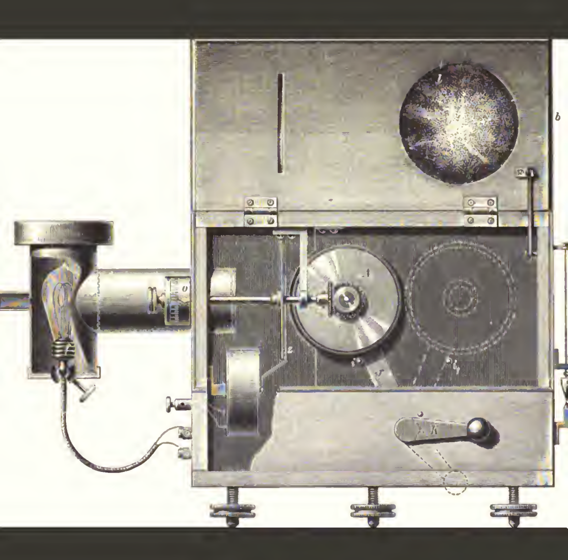
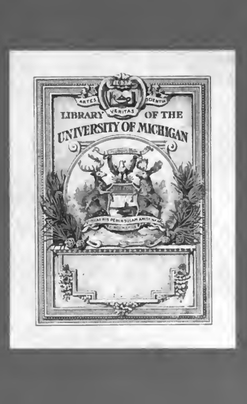
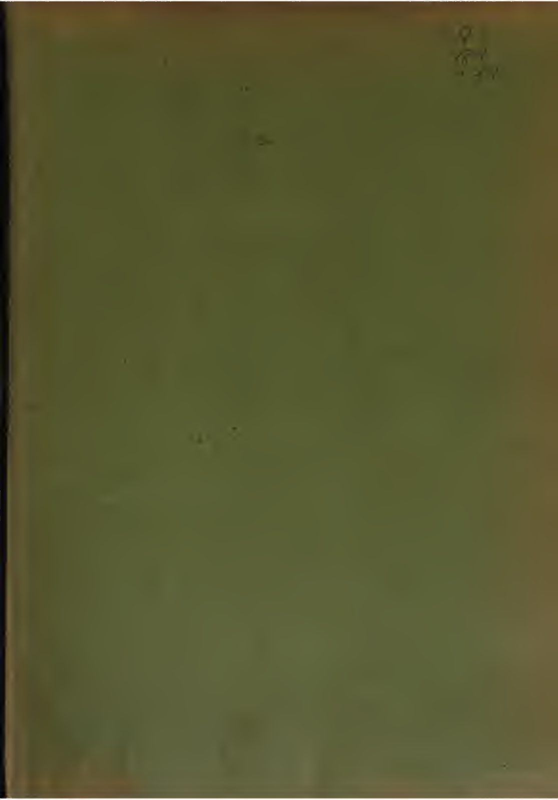
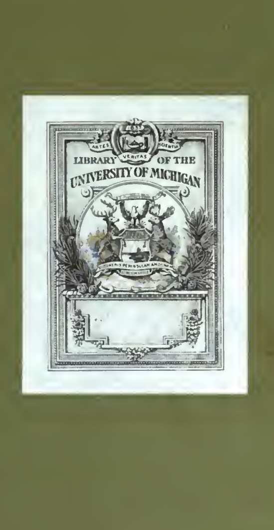
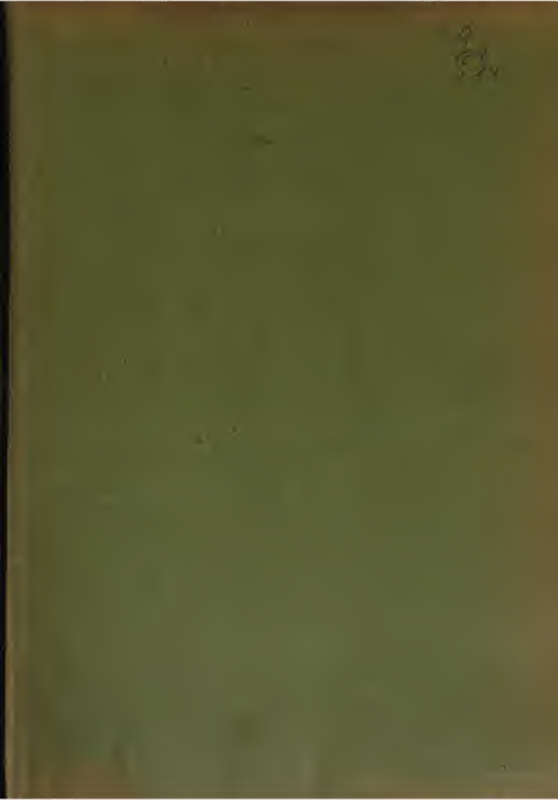


Zeitschrift für Instrumentenkunde


ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN




ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN

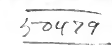


ZEITSCHRIFT

FÜR

INSTRUMENTENKUNDE.

Organ



für

Mittheilungen aus dem gesammten Gebiete der wissenschaftlichen Technik.

Herausgegeben

unter Mitwirkung

der zweiten (technischen) Abtheilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt

von

E. Abbe in Jena, **Fr. Arzberger** in Wien, **W. Foerster** in Berlin, **R. Fuess** in Berlin, **H. Haensch** in Berlin, **R. Helmert** in Potsdam, **W. Jordan** in Hannover, **H. Kronecker** in Bern, **H. Krüss** in Hamburg, **H. Landolt** in Berlin, **V. v. Lang** in Wien, **S. v. Merz** in München, **G. Neumayer** in Hamburg, **J. A. Repsold** in Hamburg, **A. Rueprecht** in Wien, **F. Tietjen** in Berlin.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

Vierzehnter Jahrgang 1894.



Berlin.
Verlag von Julius Springer.
1894.

Inhaltsverzeichniss.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Referate.

Vereins- und Personennachrichten.

Patentschau.

Für die Werkstatt.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Prof. Dr. Abbe und H. Haensch.

Redaktion: Prof. Dr. A. Westphal in Berlin.

XIV. Jahrgang. **Januar 1894.** Erstes Heft.

Präzisions-Registririnstrumente.

Von

Dr. **Aug. Raps**, Privatdozent der Physik an der Universität Berlin.

In immer grösserem Maasse macht sich das Bedürfniss nach wirklich genau arbeitenden Registrirvorrichtungen bemerkbar. Die Methoden zum Messen der meisten physikalischen Grössen sind so weit ausgebildet, dass sie kaum noch etwas zu wünschen übrig lassen; nicht so steht es mit der Registrirung. In den Fällen, in welchen man erhebliche Kräfte zur Verfügung hat, wie z. B. bei Wärme- und Druckmessungen, mögen die Vorrichtungen, welche direkt schreiben, noch einigermaassen den Anforderungen entsprechen, obschon die Reibung der Schreibvorrichtung immerhin zu Misshelligkeiten Veranlassung geben kann. Sobald man aber an die Registrirung von Vorgängen herangehen will, welche sehr geringe Kräfte besitzen, lässt uns dieses Mittel fast vollständig im Stiche. Da ist entweder nur eine diskontinuirliche Registrirung möglich, welche durch anderweitige Kräfte bethätigt wird, oder man muss zu sehr empfindlichen Instrumenten greifen, von denen ich hier nur an den *Siphon Recorder* von Thomson erinnern will.

Es lag deshalb sehr nahe, die Photographie zum Dienste des Registrirens heranzuziehen und es sind diesbezüglich auch zahlreiche Methoden angegeben und angewandt worden. Sie sind jedoch alle mehr oder minder umständlich, verlangen theure Linsensysteme, eigene Dunkelkammern und eine fachmännische Bedienung. Es hat auch nicht an Bestrebungen gefehlt, die Apparate zu vereinfachen [1]; dieselben sind aber mechanisch noch sehr verwickelt und verlangen auch noch dunkle Räume.

Ich will hier einen Registrirapparat [2] (D. R.-P. No. 68440 und 70739) beschreiben und zwar ein Registrirvoltmeter, welches neben der höchsten Präzision sehr einfach zu bedienen ist, sich billig herstellen lässt und durchaus keiner Dunkelkammer bedarf, weil alle Manipulationen in ganz hellen Räumen, ja sogar in direktem Sonnenlicht ausgeführt werden können. Derselbe wird von der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft in Berlin ausgeführt.

Das Registrirvoltmeter [3] habe ich als Beispiel genommen, weil bei Instrumenten, welche elektrische Potentialdifferenzen direkt angeben, nur sehr kleine

[1]) Walker, Photographischer Registrirapparat, *Electrical World XV. Nr. 15.*

[2]) Dieser Apparat wurde der Physikalischen Gesellschaft zu Berlin in der Sitzung vom 10. Februar 1893 vorgeführt.

[3]) Die grosse Bedeutung des Registrirvoltmeters für die gesammte Elektrotechnik ist allgemein bekannt; ich erinnere hier nur an die Kontrole der Maschinisten, die Hilfe bei der Bestimmung der Spannung im Leitungsnetz u. s. f.

Kräfte zur Verfügung stehen. Die anzuführende Methode lässt sich jedoch für jegliche Art von Registrirung anwenden.

Der leichteren Uebersicht halber werde ich zunächst das Prinzip der Registrirung, ferner das Einsetzen und Entwicklen des lichtempfindlichen Papieres beschreiben; dann wird eine Gesammtabbildung des sehr einfachen Apparates genügen, um ihn vollkommen verständlich zu machen.

In Fig. 1 (schematisch) bezeichnet *A* eine Trommel, welche durch ein Uhrwerk in Rotation versetzt wird und zwar macht dieselbe bei dem hier beschriebenen Apparate alle 24 Stunden eine Umdrehung. Die Trommel ist mit dem Uhrwerke an dem Hebel *r* befestigt und liegt während des Arbeitens des Apparates in der Lage *A* an dem Anschlage *i* an. Dicht hinter der mit photographischem Papiere bezogenen Trommel befindet sich eine Metallplatte *c*, welche einen feinen horizontalen Spalt *e* [1]) trägt, vor welchem in geringem Abstande der Zeiger *z* des Messinstrumentes spielt, dessen Angaben aufgezeichnet werden sollen. In einiger Entfernung vor dem Spalte *e* ist die Glühlampe *f* angebracht. Hierdurch wird ein Lichtkegel, der durch die Blende *h* noch weiter begrenzt wird, auf den Spalt *e* geworfen und erzeugt auf der Papiertrommel *A* eine feine horizontale Lichtlinie. In dem Punkte des Spaltes, vor welchem sich der Zeiger *z* gerade befindet, wird das Licht abgeblendet und es entsteht in der Lichtlinie auf dem photographischen Papiere ein dunkler Punkt, welcher sich, dem Zeiger entsprechend, hin- und herbewegt und nach der Entwicklung eine weisse Kurve auf schwarzem Grunde erzeugt, welche die Zeigerstellung zu jeder Zeit angiebt.[2]) Wie hieraus ersichtlich, kann jedes Zeigerinstrument zu dieser Registrirungsweise benutzt werden, ohne dass der Zeiger des Instrumentes geändert wird. Derselbe braucht nicht mit einem lichtdichten Schirme versehen zu werden, wodurch Empfindlichkeit, Trägheitsmoment und Dämpfung des Instrumentes so verändert werden können, dass es unter Umständen seinem Zwecke nicht mehr entsprechen würde.

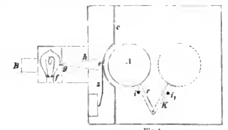


Fig. 1.

Ueber den Spalt *e* sind, wie aus der Fig. 2 ersichtlich, dünnere und dickere Drähte *q* ausgespannt, welche den jeweiligen Justirungsmarken des Instrumentes entsprechen. Hierdurch photographiren sich auf der umlaufenden Papiertrommel feine und breitere Linien, auf welche die Kurve nachher bezogen werden kann.

Ebenso werden auch die Zeitmarken und die zu den Werth- und Zeitbestimmungslinien zugehörigen Zahlen von dem Apparate auf die folgende Weise aufgezeichnet. Dicht vor dem Spaltenschirme dreht sich eine runde durchsichtige Scheibe um die Axe *x* (Fig. 2), welche in derselben Höhe liegt wie der Spalt *e*. Die Drehung dieser Axe wird durch das Uhrwerk der Trommel vermittels Kegelradübersetzung bewirkt und hat dieselbe Winkelgeschwindigkeit wie die Trommel *A*.

[1]) Um ein Verschmutzen des feinen Spaltes durch Staub zu verhindern, bedeckt man ihn passend durch zwei Glasplatten; man kann auch statt der Metallplatte c eine Glasplatte nehmen, welche bis auf den Spalt bedeckt ist.

[2]) Eine ähnliche Anordnung ist u. a. angewandt worden bei O. Krigar-Menzel und A. Raps „Über Saitenschwingungen." Sitzungsbericht der Königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften vom 25. Juni 1891.

Auf dieser Glasscheibe sind nun grössere und kleinere schwarze Linien in radialer Richtung aufgetragen, ebenso Zahlen, wie in Fig. 2 ersichtlich. Sobald nun ein derartiger schwarzer Strich den Spalt *e* passirt, wird das Licht für einen Augenblick abgeblendet und es entsteht auf der Photographie nachher eine weisse Linie senkrecht zur Bewegungsrichtung des Papiers; ebenso werden die Stundenzahlen und die zu den Werthbestimmungslinien zugehörigen Zeichen auf das Bulletin selbstthätig aufphotographirt. Auf der Axe der Stundenscheibe sitzt ausserhalb des Kastens eine Trommel *o* (Fig. 3), welche übereinstimmend mit der Glasscheibe eine Zeittheilung trägt; diese Trommel dient sowohl zum Ablesen der Zeit als auch zum Einstellen der Stundenscheibe.

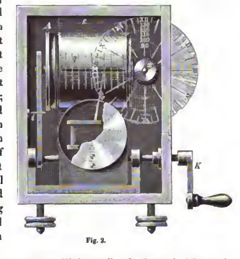


Fig. 2.

Da das Instrument sich also alle Normallinien selbstthätig aufzeichnet, ist

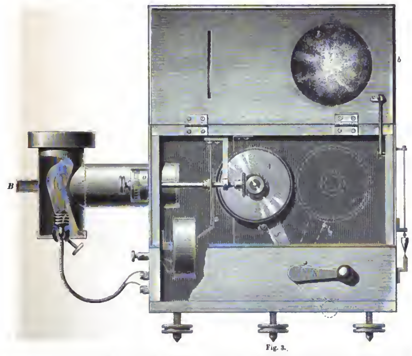


Fig. 3.

es ganz gleichgiltig, welche Lage das Papier auf der Trommel beim Aufziehen

erhält. Ebenso geht hieraus der für Präzisionsmessungen nicht hoch genug zu veranschlagende Vortheil hervor, dass die Ausdehnung des photographischen Papiers durch Entwickeln, Fixiren, Waschen u. s. w. die Angaben des Instrumentes in keiner Weise mehr verändern kann.

Da nun die Angaben des Registririnstrumentes durchaus nicht mehr von der Lage des Papiers auf der Trommel abhängen, ist es ermöglicht, eine Einrichtung zu treffen, welche das Aufbringen des Papieres in ganz hellen Räumen gestattet; da ausserdem sowohl das Herein- und Herausbringen der mit dem empfindlichen Papiere bezogenen Trommel in den Apparat als auch die Entwicklung des Bromsilbergelatinepapiers im Hellen ausführbar wurde, so ist eine Dunkelkammer vollständig entbehrlich.

Die Anordnungen, welche gestatten, alle diese Handgriffe im Hellen vorzunehmen, sind die folgenden: Die Papiertrommel A (Fig. 4) besitzt an ihrem unteren Ende einen etwas vorspringenden Rand d. Auf diesen Rand kann nun die Schutzhülse m (welche in der Figur theilweise durchbrochen dargestellt ist), federnd aufgesetzt werden. Hierdurch wird das auf A aufgezogene photographische Papier gegen Lichtstrahlen vollständig geschützt.

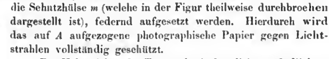


Fig. 4.

Das Ueberziehen der Trommel mit dem lichtempfindlichen Papier geschieht mit Hilfe eines besonderen Kastens C, welcher in Fig. 5 (nach Entfernung des Deckels) in oberer Ansicht dargestellt ist. In diesem Kasten wird die Trommel A mittels der Mutter y an die vordere Kastenwand angeschraubt. Darauf schliesst man den Kasten wieder lichtdicht, greift durch die beiden am oberen Ende mit Gummizügen versehenen Aermel U und U_1 hinein und entnimmt dem Kästchen T

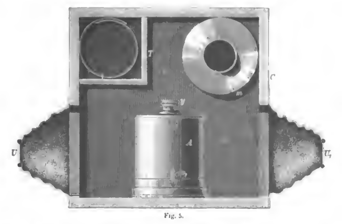


Fig. 5.

ein passend geschnittenes Blatt lichtempfindlichen Papiers. Dieses Papier legt man um die Trommel herum und drückt die Enden desselben in die auf der Trommel angebrachten Spitzen w und w_1 hinein, welche der Zugrichtung der oberen Papierseite entgegengeneigt sind. Darauf wird die drehbare Feder v auf das Papier bis an die Spitze w_1 heraufgeschoben, wodurch ein Herausgleiten des Papiers unmöglich gemacht wird. Jetzt ergreift man die Schutzhülse m, schiebt

sie über die Trommel A, kann nunmehr den Kasten C öffnen, die Trommel herausnehmen und in den Registrirapparat einsetzen.

Das Einsetzen geschieht in folgender Weise: Man öffnet den vorderen Deckel b des Registrirapparates (Fig. 3, besonders dargestellt in Fig. 6), klappt den Hebel r vermittels der Kurbel K nach rechts, so dass er sich an den Stift i_1 anlegt. Dann schiebt man die Trommel über den Stift p der Stundenaxe und schraubt sie mit der Mutter n fest. Die Trommel ist auch jetzt noch auf der Stundenaxe drehbar, wenn auch mit einiger Reibung. Man schliesst den Deckel b (Fig. 3 und 6), greift durch die Sammetkappe l hindurch die Schutzhülse m an ihrem Stutzen t, zieht dieselbe ab und legt sie auf die beiden Stifte s, woselbst sie während des Photographirens liegen bleibt. Nun legt man den Hebel r mittels der Kurbel K an den linken Anschlag i. Die Trommel befindet sich jetzt dicht hinter dem Spalte, so dass die Schatten des Zeigers und der Marken vollständig scharf sind. Die Zeitscheibe hatte man vorher schon auf die ungefähre Zeit eingestellt; nun stellt man die Zeittrommel o (Fig. 3) auf die Minute ein, wobei die Registrirtrommel auf der Uhraxe ein wenig gedreht wird.

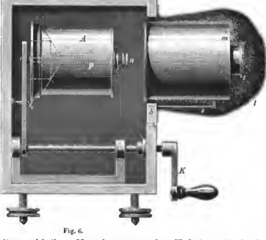


Fig. 6.

Wenn die Trommel nach beendeter Registrirung herausgenommen werden soll, so werden die zuletzt aufgeführten Handgriffe in umgekehrter Reihenfolge wiederholt.

Nunmehr muss die auf der Trommel vorhandene Photographie entwickelt und fixirt werden. Zu diesem Zwecke giesst man eine bestimmte Menge des Entwicklers in den Hals der Schutzhülse; die Flüssigkeit gelangt dann durch die engen Zwischenräume[1]) zu dem Papier, mit welchem man sie durch Drehen der Trommel um eine horizontale Axe in innige Berührung bringt. Da die Intensität des wirksamen Lichtes (Glühlampe), ferner die Umdrehungsgeschwindigkeit der Trommel konstant ist, so genügt es (für einen bestimmt gestellten Entwickler natürlich), die Trommel eine bestimmte Zeit zu drehen, um ein vollständig gutes Bild zu erhalten. Durch diese Anordnung ist es möglich geworden, die Entwicklung des Bildes in ganz hellen Räumen zu vollziehen; man braucht eben die Entwicklung nicht mit den Augen zu verfolgen.

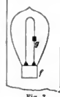


Fig. 7.

Nach vollendeter Entwicklung lässt man den Entwickler auslaufen, giesst mehrere Male Wasser ein und spült gut aus. Dann kann man die Schutzhülse

[1]) Dieselben lassen trotzdem kein Licht durch; man kann die Trommel ungestraft in den Sonnenschein stellen.

ruhig abnehmen und die Photographie in ein Fixirbad legen, was selbstverständlich im Hellen geschehen kann.

Zu erwähnen ist noch die Einstellung der Glühlampe. Dieselbe ist an einem Kugelgelenk *f* befestigt und kann daher in jeder Lage festgeklemmt werden. Man sieht durch das Diopter *B* (Fig. 3) und verschiebt die Lampe so lange, bis ein gerades Stück des Kohlenfadens in der aus Fig. 7 ersichtlichen Weise die Oeffnung *g* halbirt. Selbstverständlich kann statt der Glühlampe eine kleine Petroleum- oder Benzinflamme verwandt werden.

Fig. 8 stellt den Verlauf der Spannungsschwankung an einem Punkte des Netzes der Berliner Elektrizitätswerke dar, wie sie von dem soeben beschriebenen Registrirapparate aufgezeichnet worden ist. (In Wirklichkeit ist der Untergrund schwarz, die Kurven und Markirungslinien sind weiss.) Man erkennt auf diesem Bulletin sowohl die Stundenmarken (X bis II Uhr Nachts) als auch die Werthmarken mit ihren Zahlen, welche von dem Instrumente selbstthätig aufgezeichnet wurden. Wenn ein plötzlicher, starker Spannungsabfall (Kurzschluss) in der Leitung auftritt, so wird die Helligkeit der Glühlampe sehr herabgemindert und es wird auf dem schwarzen Untergrunde ein heller Streifen entstehen. Dadurch wird es möglich, sehr kurze aber heftige Spannungsschwankungen zu registriren, welche durch die schnelle Bewegung des Zeigers nicht mehr wiedergegeben werden.

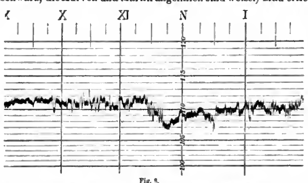


Fig. 8.

Einige Beobachtungen mit einem neuen Geräthеglas.

Von
Prof. Dr. **A. Winkelmann** und Dr. **O. Schott** in Jena.

Im Anschluss an eine demnächst erscheinende Arbeit über die thermischen Widerstandskoeffizienten verschieden zusammengesetzter Gläser wurden einige Beobachtungen mit einem neuen Geräthеglas, welches ohne Schaden zu nehmen stärkere plötzliche Temperaturdifferenzen auszuhalten vermag, ausgeführt.

Bechergläser aus diesem neuen Glase dürfen unmittelbar (ohne Drahtnetz) der Wirkung von einem oder mehreren Bunsenbrennern ausgesetzt werden, um Wasser zum Sieden zu bringen und im Sieden zu erhalten; auch die grössten Bechergläser halten eine derartige Behandlung aus. So wurde in einem Becherglase von 12 *cm* Durchmesser und 25 *cm* Höhe durch einen vierfachen Bunsenbrenner ohne Drahtnetz Wasser bis zum Sieden erhitzt.

Einen viel stärkeren Angriff erhält man durch Fletcherbrenner, die mit einem kräftigen Gehläse verbunden eine höhere Temperatur als Bunsenbrenner erzielen lassen. Um zu erfahren, wie dieser intensiven Wärmequelle gegenüber das neue Geräthеglas sich verhält, wurden 68 verschiedene Gefässe, mit Wasser

theilweise gefüllt, ohne Einschaltung eines Drahtnetzes der direkten Flammenwirkung ausgesetzt:

a) 13 Kochflaschen, deren Hohlraum zwischen 3,3 und 0,5 *l* variirte; es zersprang keine Flasche;

b) 24 Flaschen nach Erlenmeyer, deren Hohlraum zwischen 1,1 und 0,2 *l* lag; es zersprang keine Flasche;

c) 31 Bechergläser, deren Hohlraum zwischen 3,6 und 0,2 *l* lag; 2 Gläser, die einen Hohlraum von etwa 1 *l* hatten, zersprangen.

Wie sehr ein Fletcherbrenner mit Gebläse einen einfachen Bunsenbrenner an erwärmender Kraft übertrifft, geht daraus hervor, dass es möglich war, in einem grossen Becherglase 1 *l* Wasser von 12° C. in 3,3 Minuten zum Sieden zu erhitzen, während die gleiche Wassermasse durch einen gewöhnlichen einfachen Bunsenbrenner ohne Benutzung eines Drahtnetzes erst in 11 Minuten zum Sieden gebracht wurde.[1])

Aber auch bei Benutzung von Bunsenbrennern stellt sich ein beträchtlicher Unterschied heraus, je nachdem man diese Brenner mit oder ohne Drahtnetz verwendet. Im Folgenden ist eine Versuchsreihe angegeben, zu der ein Becherglas von 10 *cm* Durchmesser Verwendung fand. Dasselbe stand auf einem gewöhnlichen Dreifuss mit Drahtdreieck und enthielt 1 *l* Wasser, das zu Anfang des Versuches 11° bezw. 10°,5 hatte.

I. Erwärmung von 1 *l* Wasser in einem Becherglase durch einen Bunsenbrenner

ohne Drahtnetz		mit Drahtnetz	
Zeit in Min.	Temperatur	Zeit in Min.	Temperatur
0	11°,0	0	10,5
6	61,0	6	36,5
11,3	Wasser siedet	12	59,2
		18	78,9
		24	92,5
		28,6	Wasser siedet.

Aus diesen Zahlen ergiebt sich, dass, wie zu erwarten stand, die Erwärmung ohne Drahtnetz viel schneller vor sich geht, als mit Drahtnetz; zur Erreichung der Siedetemperatur wird mit Drahtnetz 2,5 mal so viel Zeit beansprucht als ohne Drahtnetz.

Der stärkern Wirkung der Flamme ohne Drahtnetz entspricht auch der geringere Gasverbrauch sowohl beim Erwärmen als auch, wenn es sich darum handelt, eine Wassermasse längere Zeit im Sieden zu erhalten. Mit Hilfe einer kleinen Gasuhr wurden folgende Werthe erhalten:

II. Um 1 *l* Wasser von 13° in einem Becherglase von 10 *cm* Durchmesser im Sieden zu erhitzen, wurden

ohne Drahtnetz	mit Drahtnetz
30,5 *l* Gas	74,0 *l* Gas

verbraucht.

[1]) Es hat nach diesen Versuchen mit dem Fletcherbrenner nichts Auffallendes, dass die Gläser auch die direkte Wirkung der Glasbläserlampe ertragen, so lange die Flamme brausend ist; eine spitze Stichflamme, konstant auf eine Stelle gerichtet, halten sie dagegen, wie zu erwarten war, nicht aus.

III. Um 1 *l* siedendes Wasser in einem Becherglase von 10 *cm* Durchmesser zum Sieden zu erhalten, wurden

ohne Drahtnetz	mit Drahtnetz
1,1 *l* Gas	2,6 *l* Gas

in der Minute verbraucht.

Bildet man das Verhältniss der Gasmengen für die entsprechenden Versuche mit und ohne Drahtnetz, so erhält man bei II und III die Zahl 2,4.

Aus den vorstehenden Beobachtungen geht hervor, dass durch Fortlassung des Drahtnetzes eine Zeitersparniss von 60 %, und eine Verminderung des Gasverbrauchs von 58 % herbeigeführt wurde. Da aber, wie oben erwähnt, die Gläser mit einer geringen Ausnahme selbst die starke unmittelbare Wirkung eines Fletcherbrenners ertrugen, so kann man ganz unbedenklich bei Erwärmung des neuen Geräthеglases durch Bunsenbrenner das Drahtnetz fortlassen und die Gläser, wie bei den obigen Versuchen geschehen ist, direkt der Bunsenflamme aussetzen.

Jena, November 1893.

Ein Prüfungsapparat für Hängezeuge.[1])

Von

Prof. **P. Fenner** in Aachen.

Der in Fig. 1 und 2 (S. 12 u. 13) dargestellte Apparat bezweckt, sowohl dem Mechaniker das Justiren der Hängezeuge zu erleichtern, wie auch den Markscheider selbst in den Stand zu setzen, sein Instrument jederzeit bequem und schnell an etwaige Axenfehler zu prüfen.

Die Fehler des Kompasses selbst, wie Theilungsfehler des Stundenkreises, Konvergenz zwischen magnetischer und geometrischer Axe der Nadel, Exzentrizität, unvollkommenes Gleichgewicht der Nadel u. a. fallen natürlich nicht in das Bereich der mit dem Apparat beabsichtigten Untersuchung; diese soll sich bloss auf die richtige Lage der Kompassdrehaxe am Kompass und im Hängebügel erstrecken.

Dagegen soll diese Prüfung nicht nur eine summarische sein, sondern aus ihrem Ergebniss sollen sich die Einzelfehler getrennt ihrem Betrage nach berechnen lassen.

Die Axenfehler des Hängezeugs.

Unter Hinweis auf meinen ausführlichen Aufsatz über „Die Fehler des Hängezeugs“ in der *Zeitschr. f. Verm.* ***19.*** *S. 97* (*1890*) gebe ich hier ohne weiteren Nachweis an, welchen Bedingungen die Kompassdrehaxe nothwendig genügen muss, damit an dem Hängekompass der wahre Streichwinkel einer Schnur unmittelbar abgelesen wird:

a) Die Kompassaxe muss in einer Ebene liegen senkrecht zur Stundenebene durch den Kompass-Schwerpunkt,

b) parallel sein zur 6. Stundenlinie und

c) im Hängebügel zur „Bügelebene“ [2]) senkrecht stehen.

---

[1]) Aus der *Zeitschr. für Vermessungswesen* ***22.*** *S. 345.* (*1893*) vom Herrn Verfasser auszugsweise und mit theilweisen Erweiterungen mitgetheilt.

[2]) Unter „Bügelebene“ verstehe ich diejenige Ebene durch die Aufhängelinie (Hakenlinie), welche sich nach dem Anhängen des Hängezeugs an die Schnur von selbst vertikal stellt,

Abweichungen von den Bedingungen a und b, welche die Lage der Drehaxe am Kompass selbst betreffen, können (wie a. a. O. S. 99 nachgewiesen) nur Fehler im Streichwinkel hervorrufen, die von der Neigung der Schnur gegen den Horizont unabhängig sind, also nur konstante oder mit der Streichrichtung veränderliche Fehler.

Dagegen ist der durch die Nichterfüllung von c bedingte Fehler des Streichwinkels von der Grösse der Schnurneigung abhängig.

Hiermit ist offenbar schon das Mittel angedeutet, die einzelnen Axenfehler von einander zu trennen.

Einfluss der Axenfehler auf den gemessenen Streichwinkel.

Was nun zunächst den Einfluss der unter a, b und c aufgeführten Axenfehler auf den gemessenen Streichwinkel im Einzelnen anlangt, so führt eine theoretische Untersuchung, wie ich sie in der zitirten Abhandlung S. 99 bis 108 durchgeführt habe, zu folgenden Ergebnissen.

Nichterfüllung von a, mit anderen Worten: ungleiche Gewichtsvertheilung im Kompass bezüglich seiner Drehaxe, welche bei der Messung eine Schiefstellung der Stundenebene zur Folge hat, erzeugt einen Fehler des beobachteten Streichwinkels nur von der 2. Ordnung, wenn die Schiefe selbst als kleine Grösse 1. Ordnung betrachtet wird.[1] Dieser Fehler kann daher bei der weiteren Untersuchung unberücksichtigt bleiben.

Nichterfüllung von b bewirkt: erstens einen konstanten, von der Schnurneigung unabhängigen Orientirungsfehler, der mit Hilfe des Apparats leicht nachgewiesen und seiner Grösse nach bestimmt werden kann; zweitens noch eine Schiefe der Stundenebene, deren Einfluss jedoch wiederum vernachlässigt werden darf.

Eine Abweichung von der Bedingung c endlich wird im Allgemeinen auf zwei Ursachen zurückzuführen sein, nämlich auf:

1. eine Schiefstellung des Ringes, in welchem die Kompassaxe im Hängezeug gelagert ist und
2. die Abweichung des Winkels zwischen Hakenlinie und Kompassdrehaxe von einem Rechten, die man als Kollimationsfehler bezeichnet.

Die Ringebene sollte auf der Bügelebene senkrecht stehen.

Bezeichnet man die etwaige Abweichung, die Ringschiefe mit β, den Kollimationsfehler mit γ und den Orientirungsfehler mit ω, so wird der aus dem Zusammenwirken dieser drei Axenfehler resultirende Fehler des beobachteten Streichwinkels σ genügend genau ausgedrückt durch die Formel

$$\sigma = -(\omega + \beta \sin h - \gamma \cos h), \qquad \qquad 1)$$

worin h den Neigungswinkel der Schnur gegen den Horizont bedeutet und σ im Sinne einer Verbesserung der Beobachtung zu nehmen ist (vgl. a. a. O. S. 108).

also die Ebene durch die Hakenlinie und den Schwerpunkt des ganzen Hängezeugs, wobei die „Hakenlinie“ diejenige Linie am Bügel ist, die nach dem Anhängen mit der Schnuraxe zusammenfällt, so dass also bei der Messung die „Bügelebene“ sich in die Vertikalebene der Schnur einstellt.

[1]) Allerdings ohne Rücksicht auf die hierbei ausserdem auftretende Parallaxe, welche die Nadel-Ablesung unsicher macht.



Das Beobachtungsverfahren zur Ermittlung der Axenfehler.

Angenommen, wir machen bei beliebig gerichteter, aber **söhliger** Schnur die Ablesung a_0 am Kompass des angehängten Hängezeugs, so besteht mit Rücksicht auf vorhandene Instrumentalfehler nach 1) die Beziehung

$$a = a_0 - \omega + \gamma, \qquad 2)$$

worin a das wahre Streichen der Schnur bedeutet.

Neigen wir hierauf die Schnur unter genauer Einhaltung der Streichrichtung bis zum Betrage h und machen jetzt die Ablesung a_1, so gilt die weitere Gleichung

$$a = a_1 - \omega - \beta \sin h + \gamma \cos h \qquad 3)$$

Geben wir endlich der Schnur gerade die entgegengesetzte Neigung $-h$, während ihre Streichrichtung wiederum unverändert bleibt, oder was dasselbe ist, hängen wir den Kompass an der unter dem Winkel h gegen den Horizont geneigten Schnur um, und machen jetzt die Ablesung a_2, so ist auch

$$a = a_2 - \omega + \beta \sin h + \gamma \cos h \qquad 4)$$

Aus (3) und (4) folgt, wenn man die Ablesungsänderung

$$a_1 - a_2 = 2\Delta$$

setzt,

$$\beta = \frac{\Delta}{\sin h} \qquad 5)$$

Hiermit ist die **Ringschiefe** β nach Grösse und Vorzeichen bestimmt, nämlich **gleich der halben Ablesungsdifferenz beim Umhängen, dividirt durch den Sinus der Neigung.**

Setzt man ferner den Ablesungsunterschied bei geneigter und söhliger Schnur

$$a_1 - a_0 = \Delta_0,$$

so folgt aus (2) und (3):

$$\gamma = \frac{\Delta_0 - \Delta}{1 - \cos h} \qquad 6)$$

Hierdurch ist auch γ bestimmt und zwar ebenso wie β um so genauer, je grösser h ist.

Das Beobachtungsverfahren zur Ermittlung der Axenfehler β und γ ist hiernach kurz gesagt folgendes:

Man beobachtet den Streichwinkel einer und derselben Vertikalebene erst bei söhliger, darauf bei möglichst steiler Schnur und zwar letzteren in beiden Lagen des Hängezeugs; man bildet die Differenzen Δ_0 und 2Δ der ersten und letzten Ablesung gegen die mittlere und berechnet β und γ nach den Formeln (5) und (6). Die für β und γ erhaltenen Werthe sind naturgemäss durch die unvermeidlichen Ablesefehler entstellt. Will man ihre Genauigkeit erhöhen, so wird man eine kontinuirliche Reihe von Beobachtungen in beiden Lagen des Hängezeugs mit von 0° an stetig wachsender Schnurneigung anstellen und aus der Gesammtheit aller Ablesungen wahrscheinlichste Werthe von β und γ nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnen.

Um schliesslich den **Orientirungsfehler** aus einer Nadelablesung zu ermitteln, ist es nothwendig, dass das **wahre Streichen** a der Schnur bereits anderweitig bekannt und auch der Kollimationsfehler vorher bestimmt worden ist.

Dies vorausgesetzt folgt nach (2):

$$\omega = \gamma - (a - a_0) \qquad 7)$$

Der Prüfungsapparat.

Um das vorstehend im Prinzip dargelegte Verfahren zur Prüfung der Hängezeuge auf Axenfehler bequem und genau im Zimmer ausführen zu können, habe ich bei der Firma M. Hildebrandt in Freiberg einen besonderen Apparat anfertigen lassen, für dessen Konstruktion folgende Bedingungen maassgebend waren.

1) Eine zur Aufhängung des Hängezeugs geeignete Schnur (ein Draht)[1]) muss sich genau in einer Vertikalebene innerhalb bestimmter Grenzen (etwa bis $\pm 70^\circ$) gegen die Waagerechte neigen, und die Grösse der Neigung sich ablesen lassen.

2) Man muss bei jeder Neigung der Schnur feststellen können, ob ein bestimmter Durchmesser der Stundenebene in Folge dieser Neigung (also bezogen auf seine Richtung bei waagerechter Schnur) eine Richtungsänderung erfahren hat und wie gross dieselbe ist. (Zwecks Ermittlung der Ringschiefe und des Kollimationsfehlers).

3) Es muss bestimmt werden können, wie gross bei waagerechter Schnur der Konvergenzwinkel zwischen der Schnuraxe und der 12. Stundenlinie ist. (Zur Bestimmung des Orientirungsfehlers).

Beschreibung.

Zu 1. Zur Erfüllung der 1. Bedingung wurde der in einen steifen viereckigen Rahmen R (Fig. 1 und 2) straff eingespannte 2 *mm* starke und 25 *cm* lange Draht dd, an den das Hängezeug angehängt wird, um eine horizontale Axe hh drehbar gemacht; letztere ist fest mit dem Rahmen verbunden und nach Art der Fernrohrdrehaxe eines Theodolits auf zwei Säulen T so hoch gelagert, dass der Rahmen durchgeschlagen werden kann. Klemmvorrichtung K und Feinbewegung F sind die üblichen. Fest auf der Horizontalaxe, ausserhalb der Säulen sitzt ein Höhenkreis-Segment H mit Gradtheilung bis $\pm 70^\circ$, an welcher mittels des an der Säule befestigten Zeigers Z der Neigungswinkel des Drahts abgelesen wird. (Fig. 1a und 3). Die genannten Säulen, auf denen die Rahmenaxe gelagert ist, erheben sich auf einer ringförmigen Grundplatte P, die selbst auf drei Stützen ruht, nämlich auf einer festen Stütze s und zwei parallel zur Axe angeordneten Fussschrauben f und f_1 (Fig. 1).

Mit diesen letzteren und einer Reiterlibelle L kann die horizontale Drehaxe genau waagerecht gestellt werden (Fig. 3). Wenn also nun noch die Schnuraxe (der Draht) genau senkrecht zur Horizontalaxe gerichtet ist, so beschreibt sie, wie Bedingung 1 verlangt, beim Kippen eine genaue Vertikalebene.

Zum Zweck der genauen Senkrechtstellung des Drahts auf die Horizontalaxe lässt sich aber das eine Drahtende, wie die Fig. 2 und 5 (Seitenansicht des

[1]) Selbstverständlich muss die Aufhängung des Hängezeugs am Apparat eine seinem praktischen Gebrauch ganz entsprechende sein; insbesondere darf der freien Drehung des Hängezeugs um die Drahtaxe kein irgendwie erheblicher Widerstand sich entgegenstellen. Hierin liegt eine nicht unbedeutende Schwierigkeit für die praktische Ausführung, da andererseits eine genau geradlinige Axe nur durch einen ganz steifen Draht verbürgt wird. Es soll nicht verschwiegen werden, dass in dieser Beziehung die vorliegende Konstruktion noch immer einer Vervollkommnung bedarf. Verfasser wird versuchen, den Draht durch eine Spitzenaxe von quadratischem Querschnitt zu ersetzen, auf welche das Hängezeug mit seinen Haken fest aufgeschoben wird, so dass beide zusammen frei pendeln.

Rahmens) zeigen, mittels zweier Justirschrauben *ii* in dem Rahmen parallel zur Drehaxe etwas verschieben. Auf welche Weise die **Prüfung** der Senkrechtstellung erfolgt, wird später angeführt werden.

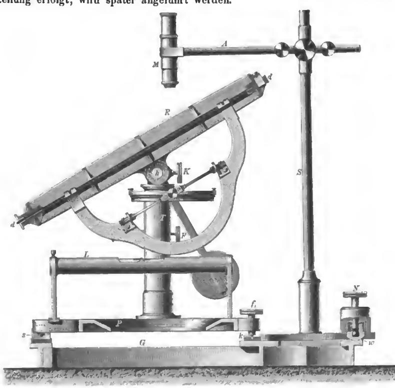


Fig. 1.

Die vorhandene Reiterlibelle *L*, in der Schnurrichtung auf die Grundplatte *P* aufgesetzt, wie sie Fig. 1 zeigt, dient auch dazu, die Axenträger *T* in dieser Richtung senkrecht zu stellen, d. h. so, dass, wenn am Höhenkreis die Ablesung 0° gemacht wird, der Draht waagerecht steht[1]).

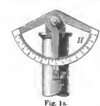


Fig. 1a.

Zu 2. Um gemäss Bedingung 2 eine Richtungsänderung der 12. Stundenlinie (oder irgend eines anderen Durchmessers des Stundenkreises), welche bei fehlerhafter Lage der Kompassdrehaxe im Hängezeug beim Neigen der Schnur eintritt, festzustellen, wäre es das einfachste, an der Magnetnadel, sofern sie eine unveränderliche Richtung angiebt, Ablesungen zu machen. Dies wurde ja auch bei der Darlegung des Prüfungsprinzips S. 10 vorläufig angenommen.

Dieses Verfahren würde aber bedingen, dass sowohl der Apparat selbst als auch zum mindesten die nähere Umgebung desselben eisenfrei seien, weil

[1]) Will man sich von der Richtigkeit des Apparats in dieser Hinsicht überzeugen, so braucht man nur eine Hängelibelle an den Draht anzuhängen. Uebrigens schadet ein Indexfehler bis zu einigen Zehntel-Grad nichts, da man die Neigungswinkel nicht genauer braucht.

ja beim Neigen der Schnur der angehängte Kompass seine Lage im Raum ändert.

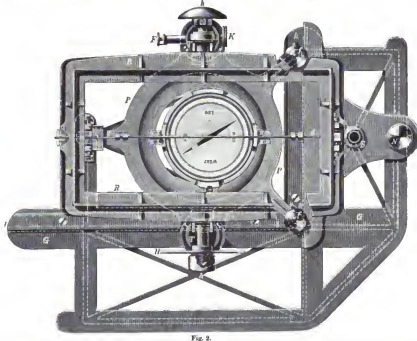


Fig. 2.

Ausserdem aber würden für den vorliegenden Zweck: „Fehler aufzudecken, auch wenn deren Betrag im einzelnen unter der Grenze der Ablesungsgenauigkeit am Kompass liegen sollte", Nadelablesungen nur eine ungenügende Genauigkeit gewähren; endlich aber würde auch die Variation der Magnetrichtung störend auf die Untersuchung einwirken.

Aus diesen Gründen, vor allem, um in Bezug auf den Untersuchungsraum unbeschränkt zu sein, wurde von vornherein auf das Mittel der Nadelablesung verzichtet und zur Gewinnung einer festen Vergleichsrichtung ein schwach vergrösserndes Mikroskop mit Absehvorrichtung angewandt, das längs einer waagerechten geraden Kante derart verschiebbar ist, dass beim Verschieben des Mikroskops längs dieser Kante sein Fadenkreuzpunkt eine hierzu parallele waagerechte Gerade beschreibt.

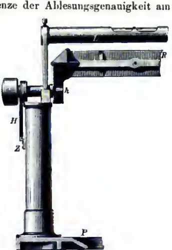


Fig. 3.

Wie Fig. 1 der Zeichnung erkennen lässt, kann dieses Mikroskop M mittels eines dreh- und ausziehbaren Armes A an der Säule eines Stativs S auf- und abgeschoben und in jeder Höhe festgestellt werden; dadurch ist die Möglichkeit

gegeben, einen bestimmten Theilstrich des Stundenkreises bei verschiedenen Neigungswinkeln der Schnur immer aufs neue einzustellen, auch wenn der Stativfuss, eine ebene Platte mit einer genau geradlinigen Kante, sich zwangläufig längs einer geraden Führungsleiste kk auf der Grundplatte G des ganzen Apparats bewegen muss. (Fig. 1 u. 2.)

Die zuletzt genannte schwere eiserne Grundplatte G hat zunächst den Zweck, vermöge ihres grossen Gewichts eine unverrückbare Unterlage zur Aufstellung des Apparats abzugeben. Letzterer ruht mit seinen drei Fussschrauben auf der Grundplatte G, und zwar ist eine davon, f_1, mit ihrer konischen Spitze in eine entsprechende Vertiefung der Platte eingelassen, die beiden anderen dagegen stehen stumpf darauf, damit eine kleine Drehung des Apparats auf der Grundplatte um die Fussschraube f_1 behufs seiner Berichtigung möglich ist. Die Einrichtung, welche diese Drehung des Apparats gegen die Grundplatte und damit gegen die feste Schieberichtung des Mikroskops ermöglicht, ist aus Fig. 4 genügend deutlich erkennbar; ihr Zweck wird später ausführlich besprochen werden.

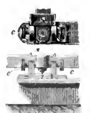


Fig. 4.

Zum anderen aber dient die Grundplatte G dazu, eine genaue ebene Unterlage für das Abschieben des Mikroskops herzustellen; denn es ist klar: soll die Bewegung des Fadenkreuzpunktes beim Verschieben des Mikroskops genau geradlinig erfolgen, so genügt es nicht, dass die Kante des Stativfusses längs der Führungsleiste kk gleitet, sondern es muss auch noch ein ausserhalb der Kante gelegener Stützpunkt des Stativs auf einer Parallelebene zu kk geführt werden. Aus diesem Grunde muss also die Grundplatte G, soweit sie als Unterlage für die Verschiebung des Mikroskops dient, eine genau ebene Oberfläche haben. Damit nun thatsächlich zwischen Mikroskopstativ und seiner ebenen Unterlage nur in der Kante und einem ausserhalb gelegenen Punkte Berührung stattfindet, ragt aus der unteren Fläche der Stativfussplatte eine kugelförmig abgerundete Stütze w hervor (Fig. 1).

Dadurch, dass die Stütze w gelenkartig mit einer durch die Stativfussplatte gehenden Schraube N verbunden ist, kann man sie nach Belieben mehr oder weniger aus der Unterfläche des Stativfusses hervortreten lassen, also das ganze Stativ sammt Mikroskop ein wenig um die Schiebekante kk neigen, oder den Fadenkreuzpunkt senkrecht zu kk bewegen. Hierin aber liegt das Mittel zur feinen Einstellung des Fadenkreuzes auf einen bestimmten Theilstrich des Stundenkreises, welche von Hand, bloss durch Ausziehen des Armes A senkrecht zur Verschiebungsrichtung nur roh geschehen kann.

Fig. 5.

Bei dem ausgeführten Apparat wurde die feste Verschiebungsrichtung kk für das Mikroskop, welche im Grunde beliebig ist, senkrecht zur Schnur oder parallel zur 6. Stundenlinie gelegt.[1] Demgemäss wird bei der Prüfung zunächst der Theilstrich 6^h bezw. 90° mit dem Mikroskop eingestellt[2]) — erst roh von Hand

[1]) Es geschah dies aus dem praktischen Grunde, weil dem Einstellen der Theilstriche 90° und 270°, sowie dem Abschieben des Mikroskops in dieser Richtung selbst bei starker Schnurneigung am wenigsten Apparattheile hinderlich werden.

[2]) Das Mikroskop selbst lässt sich in seiner Fassung, d. h. um seine Visiraxe drehen und damit dem Mittelfaden genau die Richtung des einzustellenden Theilstriches geben.

unter Benutzung der verschiedenen Bewegungsmöglichkeiten des Mikroskoparmes *A*, dann fein mit der Hebeschraube *N* — hierauf das Mikroskopstativ längs der Schiebekante *kk* nach der diametral gegenüberliegenden Stelle des Stundenkreises abgeschoben und der jetzt am Fadenkreuz erscheinende Theilstrich abgelesen bezw. geschätzt.

Es lassen sich unter dem Mikroskop Zehntel des Theilungsintervalls ($^1/_2$ Grad oder $^1/_{32}$ Stunde) mit voller Sicherheit ablesen — wenn man will kann man sogar Zwanzigstel desselben schätzen — und ebenso genau geschieht die Einstellung eines bestimmten Theilstriches.

Es ist klar, wenn man das Einstellen des Theilstrichs 90° und das Abschieben des Mikroskops längs der festen Richtung *kk* nach dem gegenüberliegenden Theilstrich, welcher abgelesen wird, bei verschiedenen Neigungen der Schnur wiederholt vornimmt, dass man aus den etwaigen Unterschieden der gemachten Ablesungen schliessen kann, ob eine Drehung des Stundenkreises stattgefunden hat und wie gross sie bei jeder Neigung gewesen ist, womit der Bedingung 2 genügt ist, Ringsschiefe und Kollimationsfehler berechnet werden können.

Zu 3. Um der Bedingung 3 entsprechend den Konvergenzwinkel zwischen der Schnuraxe und der 12. Stundenlinie (Durchmesser 0°—180°) des Kompasses und damit indirekt den Orientirungsfehler zu bestimmen, wurde ebenfalls das verschiebbare Mikroskop benutzt.

Auf der Grundplatte *G* ist noch eine zweite Führungsleiste *ll* senkrecht zur ersten, also parallel zur Schnur angebracht. Wie schon erwähnt, kann der Apparat auf der Grundplatte ein wenig um die versenkte Fussschraube f_1 gedreht und damit erreicht werden, dass die Drahtaxe *dd* der Verschiebungsrichtung *ll* genau parallel wird. Es wird dies der Fall sein, wenn der waagerecht gestellte Draht, nachdem er am einen Ende genau zwischen die Parallelfäden des Mikroskops eingestellt und dieses dann entlang *ll* nach dem anderen Ende abgeschoben wurde, auch hier symmetrisch zwischen den Parallelfäden erscheint. Erscheint aber der Draht am anderen Ende quer gegen die Parallelfäden verschoben, so wird man dem Apparat mit den Stellschrauben *cc* (Fig. 4) eine entsprechende Drehung ertheilen und mit Einstellen, Abschieben und Drehen so lange fortfahren, bis der Draht im Mikroskop beim Verschieben längs *ll* sowohl am einen wie am anderen Ende symmetrisch zu den Parallelfäden eingestellt erscheint.

Auf diese Weise kann der Parallelismus zwischen der Schnuraxe *dd* und der Schieberichtung *ll* mit grosser Genauigkeit erreicht werden.

Nachdem dies geschehen, wird das Hängezeug an den waagerechten Draht angehängt, das Mikroskop auf den Theilstrich 0° des Stundenkreises eingestellt und längs *ll* nach 180° abgeschoben. Im Allgemeinen wird aber jetzt nicht genau der Theilstrich 180°, sondern ein benachbarter am Mittelfaden erscheinen; die Abweichung der Ablesung von 180° giebt sogleich den doppelten Konvergenzwinkel zwischen Schnuraxe und der 12. Stundenlinie, welcher in dieser Weise auf 1 bis 2 Minuten genau beobachtet wird.

Dieser Konvergenzwinkel, den ich mit w bezeichnen will, ist offenbar nichts anderes als der Unterschied des beobachteten und des wahren Streichwinkels einer waagerechten Schnur und daher nach Gleichung (2) das Resultat zweier Fehler des Hängezeugs, nämlich seines Orientirungsfehlers ω und seines Kollimationsfehlers γ.

$$w = -\omega + \gamma.$$

Wir finden also umgekehrt den Orientirungsfehler ω, nachdem γ und w nach 2. bezw. 3. bestimmt sind, als deren Unterschied

$$\omega = \gamma - w.$$

Prüfung und Berichtigung des Apparats.

Hand in Hand mit der schon unter 3. erörterten Richtigstellung des Apparats auf der Grundplatte geschieht auch seine Prüfung und Berichtigung bezüglich der genauen Senkrechtstellung der Drahtaxe *dd* auf der Horizontalaxe *hh* (vergl. S. 11). Wie erwähnt, kann der Rahmen mit dem Draht durchgeschlagen werden. Nachdem also, wie zuvor beschrieben, die Drahtaxe *dd* der Verschiebungsrichtung *ll* genau parallel gerichtet ist, schlägt man den Rahmen durch, bis der Draht wieder waagerecht ist, stellt das eine Drahtende aufs Neue mit dem Mikroskop ein und schiebt letzteres längs *ll* nach dem anderen Drahtende ab.[1]) Erscheint hier der Draht quer verschoben gegen die Parallelfäden, so entspricht die Grösse der Querverschiebung dem doppelten Richtungsfehler der Drahtaxe *dd*; demgemäss wird die Hälfte der Querabweichung mit den Korrektionsschrauben *ii* am einen Drahtende (Fig. 5) beseitigt, die andere Hälfte mit den Stellschrauben *cc* (Fig. 4), womit die Drahtaxe *dd* senkrecht zur Horizontalaxe *hh* und zugleich parallel der Schiebekante *ll* wird.

Handhabung des Apparats.

Es erübrigt mir jetzt nur noch die Handhabung des Apparats und das Beobachtungsverfahren im Zusammenhang kurz zu schildern.

Nachdem die Grundplatte *G* auf eine feste Unterlage möglichst waagerecht gelegt ist, wird der Apparat darauf gesetzt: die Fussschraube f_1 in die konische Vertiefung, die Stütze *s* zwischen die Stellschrauben *cc*. Vor Allem werden nun mit den Fussschrauben *f* die Rahmenträger *T* lothrecht gestellt, wozu die Reiterlibelle *L* in der Schnurrichtung *dd* auf die Platte *P* gesetzt wird (Fig. 1). Sodann wird mittels des Mikroskops, das entlang der Kante *ll* abgeschoben wird, der Parallelismus des waagerecht gestellten Drahtes *dd* mit der Schieberichtung *ll* geprüft und, wenn nöthig, durch Drehen des Apparats auf der Grundplatte *G* mit den Stellschrauben *cc* genau herbeigeführt. Ist dies erreicht, so schlägt man den Rahmen durch, bis der Draht wieder die waagerechte Lage hat und überzeugt sich durch Einstellen und Abschieben des Mikroskops längs des Drahtes, ob ein Kollimationsfehler der Drahtaxe vorhanden ist; man beseitigt ihn mit den Korrektionsschrauben *ii*, muss dann aber aufs Neue Drahtaxe und Kante *ll* mittels der Schrauben *cc* parallel stellen. Wenn nun noch die Horizontalaxe *hh* mit der aufgesetzten Reiterlibelle *L* genau waagerecht gestellt ist, so wird das Hängezeng angehängt und der Apparat ist fertig zum Beobachten.

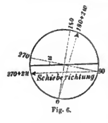


Fig. 6.

Die Prüfung des Hängezeugs beginnt damit, dass man in der zuvor geschilderten Weise durch Einstellen des Theilstrichs 0° und Abschieben des Mikroskops nach 180° längs der Führungsleiste *ll* die Konvergenz w zwischen der waage-

[1]) Da der Draht voraussichtlich nicht auf seine ganze Länge genau gerade gespannt sein wird, so thut man gut, an beiden Drahtenden diejenigen beiden Stellen zwischen die Fäden einzustellen, an denen später die Haken des Hängezeugs angehängt werden.

rechten Schnur und der 12. Stundenlinie ermittelt. Wird statt 180° die Ablesung $180° - 2w$ gemacht (Fig. 6), so ist w unmittelbar der gesuchte Konvergenzwinkel.

Hierauf wird das Mikroskopstativ S an die andere Führungsleiste kk angelegt, der Theilstrich 90° eingestellt und das Mikroskop nach 270° abgeschoben, wo die Ablesung $a_0 = (270 + 2\,u_0)$ gemacht werden mag, welche mit dem Argument $\nu = 0°$ notirt wird.

Nunmehr ertheilt man dem Draht eine ganze Reihe stetig (etwa von 5° zu 5°) wachsender Neigungen ν_i, stellt bei jeder einzelnen zuerst den Theilstrich 90° ein und schiebt dann wie zuvor nach 270° ab, wo eine Reihe von Ablesungen $a_i = (270° + 2\,u_i)$ gemacht werden mögen, die mit den zugehörigen Argumenten ν_i notirt werden. (Lage I.) Ist die Maximalneigung des Drahtes (etwa 70°) erreicht, so hängt man das Hängezeug um und beobachtet in gleicher Weise und bei denselben Neigungswinkeln nur in umgekehrter Reihenfolge, wodurch eine zweite Reihe von Ablesungen $a'_i = (270° + 2\,u'_i)$, zu den Argumenten $-\nu_i$ gehörig, erhalten wird. (Lage II). Ist man wieder bei waagerechter Schnur angelangt, so muss die frühere Ablesung $a_0 = (270° + 2\,u_0)$ gemacht werden, was als Probe dafür dient, dass sich während der Beobachtungsreihe nichts am Apparat verrückt oder geändert hat.

Berechnung der Axenfehler aus den Beobachtungswerthen.

Jede Kombination zweier entsprechenden, d. h. zu gleichen ν gehörigen Werthe von u_i und u'_i liefert einen Werth für die Ringschiefe β und jede Kombination eines Werthes u_i oder u'_i mit u_0 einen Werth für den Kollimationsfehler γ. Setzt man nämlich:

$$u_i - u_0 = l_i \text{ und } u'_i - u_0 = l'_i,$$

so nehmen die Gleichungen (5) und (6) S. 10 die Form an:

$$\beta = \frac{l_i - l'_i}{\sin \nu_i} \quad \text{und} \quad \gamma = \frac{l_i + l'_i}{1 - \cos \nu_i}.$$

Den Orientirungsfehler aber bestimmt man aus der Gleichung: $\omega = \gamma - w$, wo w der zwischen der waagerechten Drahtaxe und der 12. Stundenlinie ermittelte Konvergenzwinkel ist.

Beispiel.

Prüfung des Breithaupt'schen Hängekompass Nr. 1299.

(Bezüglich der hier ausgeführten Berechnung der wahrscheinlichsten Werthe für β und γ verweise ich auf den Schluss meiner erwähnten Abhandlung in der *Ztschr. f. Verm. S. 110.*)

Normalgleichungen.[1])

$$\begin{array}{rcrcr} +6{,}18 &=& +25{,}00\,\alpha & & -20{,}34\,\gamma \\ -2{,}26 &=& & +7{,}80\,\beta & \\ -4{,}30 &=& -20{,}34\,\alpha & . & +17{,}20\,\gamma \\ \hline +0{,}63 &=& . & . & +0{,}65\,\gamma \end{array}$$

$$\beta = \frac{-2{,}26}{7{,}80} = -0{,}29 \qquad \gamma = \frac{+0{,}63}{+0{,}65} = +0{,}97.$$

Die Untersuchung ergab also: Ringschiefe β[2]) $= -\frac{0{,}29}{2} \cdot 60 = -9'$

Kollimationsfehler $\gamma = +\frac{0{,}97}{2} \cdot 60 = +29'$.

[1]) Berechnung der Zahlenwerthe auf folgender Seite.

[2]) Um β und γ in Graden ausgedrückt zu erhalten, müssen vorstehende Werthe, wie aus Fig. 6 ersichtlich, noch durch 2 dividirt werden.

i	ν_i	Lage I $2u_i$	Lage II $2u'_i$	l_i	l'_i	$l_i - l'_i$	$\sin \nu_i$	$l_i + l'_i$	$\cos \nu_i$
0	0°	0,63°		—		—	0,00	—	1,00
1	5	0,65°	0,70°	+0,02	+0,07	−0,05	0,09	+0,09	0,99
2	10	0,60	0,78	−0,03	+0,15	−0,18	0,17	+0,12	0,98
3	15	0,63	0,81	0,00	+0,18	−0,18	0,26	+0,18	0,97
4	20	0,65	0,87	+0,02	+0,24	−0,22	0,34	+0,26	0,94
5	25	0,65	0,92	+0,02	+0,29	−0,27	0,42	+0,31	0,91
6	30	0,65	0,98	+0,02	+0,35	−0,33	0,50	+0,37	0,87
7	35	0,68	1,05	+0,05	+0,42	−0,37	0,57	+0,47	0,82
8	40	0,72	1,12	+0,09	+0,49	−0,40	0,64	+0,58	0,77
9	45	0,75	1,23	+0,12	+0,60	−0,48	0,71	0,72	0,71
10	50	0,87	1,31	+0,24	0,68	−0,44	0.77	0,92	0,64
11	55	0,88	1,27	+0,25	+0,64	−0,39	0,82	+0,89	0,57
12	60	1,06	1,47	+0,43	+0,84	−0,41	0,87	+1.27	0,50
$2n+1=25$		8,79	12,51	+1.23	+4,95	−3.72	6,16	+6,18	10,67
$-12 \times 0{,}63 =$		−7,56	−7,56	−4,95	+1,23				
		+1.23	+4,95	−3,72	+6,18	Summenproben			

$[\cos \nu_i] = 2 \times 10{,}67 - 1 = 20{,}34$ $\quad [\sin^2 \nu_i] = 7{,}80$ $\quad [\cos^2 \nu_i] = 17{,}20$

$[l_i + l'_i] = +6{,}18$ $\quad [(l_i - l'_i) \sin \nu_i] = -2{,}26$ $\quad [(l_i + l'_i) \cos \nu_i] = +4{,}30$

Der Konvergenzwinkel w war ermittelt worden zu $w = -\frac{0{,}57}{2} \,.\, 60 = -17'$, so dass sich hiermit ergiebt:

$$\text{Orientirungsfehler } \omega = +29' + 17' = +46'.$$

Hiernach haben der Kollimationsfehler sowohl wie der Orientirungsfehler eine beträchtliche Grösse, die sich nur durch langjährigen Gebrauch bei Uebungsmessungen erklärt.

Probemessungen mit dem Repsold'schen Ablothungsapparat.

Von

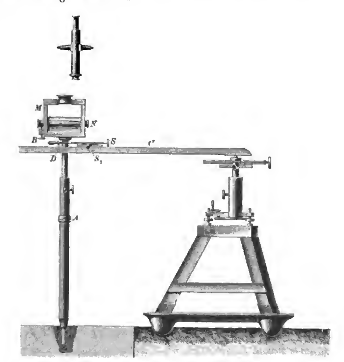
Dr. **R. Schumann** in Potsdam.

(Mittheilung aus dem Königl. Preussischen Geodätischen Institut in Potsdam.)

Der Repsold'sche Ablothungsapparat des Geodätischen Instituts, für die Zwecke von Basismessungen dienend, ist ganz analog demjenigen der *United States Lake Survey* (vgl. S. 138 des *Report upon the Primary Triangulation, by C. B. Comstock, Washington 1882*) eingerichtet. Seine wesentlichen Bestandtheile sind, von unten nach oben gehend: ein Repsold'scher Fixpunkt *F*, der Ablothungszylinder *A*, ein Niveau und eine feingetheilte Halbmillimeterskale; zum Festhalten des vertikalstehenden Zylinders dient nicht, wie bei dem amerikanischen Apparate, ein besonderes dreibeiniges Stativ, sondern eine eiserne Schiene *C*, welche über die Rollen der beiden Träger der Basismessstange gelegt wird, die bei dem Brunner-schen Basisapparat des Geodätischen Instituts rechts und links vom Mikroskopstativ stehen und von denen einer in der Figur dargestellt ist. (Vgl. Näheres über diese Träger *diese Zeitschr. 1881 S. 177, Fig. 4.*)

Der Repsold'sche Fixpunkt wird dargestellt durch den Mittelpunkt einer Halbkugel von 1 *cm* Durchmesser, die an das obere Ende eines Bergkrystallzylinders von 8 *cm* angeschliffen ist; dieser Krystallzylinder wird 7 *cm* tief in die granitne Festlegungsplatte einzementirt.

Der Ablothungszylinder *A* besteht aus einem Messingrohr, das unten, zum Aufsetzen auf jene Halbkugel, konisch ausgedreht ist; dies Rohr kann in der Mitte (bei *A*, siehe Figur) auseinander geschraubt werden, so dass durch Einschrauben eines Zwischenrohres eine Verlängerung des ganzen Ablothungszylinders bewirkt werden kann. Am oberen Ende desselben befindet sich die Führung für einen Stahlzylinder, der sich durch Zahnstange und Trieb bis zu 11 *cm* heben und senken lässt; eine Klemme verhindert das Zurückgleiten. Auf den Stahlzylinder wird ein rechteckiger Rahmen geschraubt, in dem das sehr empfindliche Niveau *N* $(1^p = 0'',96)$ befestigt ist; die Neigung desselben kann vermittels einer vertikalen Schraube *B* klein gehalten werden.



Auf der Oberseite des Rahmens ist die 12 *cm* lange Skale *M* eingelegt, die gewöhnlich verdeckt bleibt. Das Niveau ist von einem Glaszylinder umgeben.

Die 1,70 *m* lange eiserne Schiene C, welche zum Festhalten des Apparates dient, besitzt in der Mitte einen länglichen Ausschnitt, durch welchen der Ablothungszylinder geführt wird; durch zwei an der Schiene befestigte und senkrecht gegeneinander wirkende Schrauben *S* und S_1 mit Schlitten kann in Verbindung mit dem Niveau die Neigung des Ablothungszylinders beseitigt werden. Das Festhalten selbst geschieht dadurch, dass eine Lamelle *D*, — dieselbe ist in der

Figur nur von der schmalsten Kante aus zu sehen; ihre Längsrichtung liegt quer zu der zu messenden Basislinie, — den obersten, etwas verdickten Theil des Stahlzylinders gegen einen v-Ausschnitt des Schlittens drückt, dessen Bewegungsrichtung in der Richtung der Basislinie liegt.

Die Längen des Ablothungszylinders und des Zwischenrohres sind besonders für die oberen und die unteren Festlegungen der Versuchsbasis des Geodätischen Institutes berechnet; die Höhenunterschiede dieser beiden Arten von Festlegungen betragen sehr nahe 1 *m*; die Entfernung des Mittelpunktes der Krystallkugel von der Skale beträgt für eine obere Festlegung etwa 113 *cm*, für eine untere demnach 213 *cm*; ferner entspricht für eine obere ein Niveautheil einer Längskorrektion von 5,3 μ, für eine untere von 9,9 μ.

Bei einer allerdings nur provisorischen, sehr elastischen und federnden Aufstellung des Mikroskopstativs über den offenen Gruben einer tiefen Festlegung ergab sich die Reduktion auf den Mittelpunkt der Krystallkugel für drei verschiedene Beobachter und in ziemlich gleichlangen Zwischenräumen:

Beobachter:	*K*	*H*	*S*	*K*
Reduktion:	−156,3	−166,1	−179,2	−189,9 μ,

sodass, besonders im Hinblick auf die folgenden Messungen, wohl anzunehmen ist, dass ein Setzen der kurz vorher eingerichteten Stativanfstellung noch während der Messungen statt hatte.

Ganz vorzüglich stimmen die Lothungen an den oberen Fixpunkten, bei denen das Mikroskopstativ auf festem Boden und in einem Umkreise von etwa 1 *m* isolirt stand. Der erste Tag lieferte:

Beobachter:	*H*	*K*	*S*
Reduktion:	− 0,6	− 0,9	− 1,0 μ.

Am zweiten Tage wurde zunächst erhalten:

Beobachter:	*K*	*S*
Reduktion:	+ 293,0	+ 292,9 μ;

dann wurde der Lothapparat abgehoben und nach einer halben Stunde wieder eingesetzt, Stativ und Mikroskop blieben unberührt:

Beobachter:	*S*	*K*
Reduktion:	+ 294,8	+ 293,0 μ.

Der Lothapparat wurde wiederum abgehoben, eingepackt und nach zweistündiger Pause wieder eingesetzt:

Beobachter: *K* Reduktion: + 300,2 μ;

endlich wurde der Lothstange willkürlich die grosse Neigung von 11″ gegeben; dabei ergab sich mit dem am Niveauprüfer des Geodätischen Institutes gefundenen Werthe eines Niveautheils:

Beobachter: *K* Reduktion: + 304,1 μ.

Die Zeitdauer für den Aufbau des Lothapparates, das Justiren der Neigung und die Ablothung betrug bei doppelten Ablesungen etwa 20 Minuten. Nach der Uebereinstimmung der Beobachtungen eines Tages ist bei Verwendung des Repsold'schen Lothapparates die Vergrösserung der Unsicherheit einer Basismessung durch die Auf- und Ablothungen somit ohne Belang.

Potsdam, Geodätisches Institut.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Schliffe und Hähne.[1])

Von Prof. Dr. **Georg W. A. Kahlbaum** in Basel.

Schliffe. Das Bedürfniss, vollkommen luftdicht schliessende Schliffe zu haben, hat seit Langem dahin geführt, an die Scheide des Schliffes eine becherförmige Erweiterung anzublasen, um dadurch die Schliffstelle mittels Quecksilber vor direkter Berührung mit der äusseren Luft zu schützen; damit ist, wie bekannt, der Zweck auch vollständig erreicht worden; jedoch haften solchen Schliffen noch nicht unwesentliche Mängel an. Die Form bedingt, dass die auf der inneren Seite geschliffene, den Becher tragende Scheide nach unten gerichtet ist. Wird der Schliff geöffnet, so ist nicht wohl zu vermeiden, dass Quecksilber und damit andere Unreinigkeiten in den Apparat gelangen.

Es ist versucht worden, diesem Mangel abzuhelfen[2]), doch wie uns scheinen will, nicht auf dem einfachsten Wege; denn der Hauptfehler, der diesen Schliffen anhaftet, liegt einzig in der verfehlten gegenseitigen Stellung der beiden Schliffttheile; wird dieselbe vertauscht, so ist hierdurch der Mangel vollkommen gehoben.

Die von uns angewandten Schliffe zeigen demnach folgende Form: Anstatt um die Scheide wird der Becher um den Stempel geblasen (Fig. 1), was bedingt, dass



Fig. 1. Fig. 2.

nun der Stempel nach unten gerichtet und die Scheide (Fig. 2) von oben über denselben gestülpt wird. Es ist ohne weiteres ersichtlich, dass nun beim Oeffnen des Schliffes kein verunreinigendes Quecksilber mehr in den Apparat dringen kann, und weiter ist ersichtlich, dass, da bei dieser Anordnung der Stempel als der an dem Apparat festsitzende Theil nur von aussen, dagegen die frei bewegliche Scheide von innen gereinigt wird, auch beim Putzen keine zufälligen Verunreinigungen in den Apparat gelangen können.[3])

Doppelschliffe. Nicht selten ist es wünschenswerth, mit dem einen Theil eines Apparates ohne Zeitverlust nach einander zwei weitere Theile luftdicht zu verbinden; das kann dadurch geschehen, dass man in die gleiche Scheide zwei Stempel einschleift. Die Schwierigkeit, solche Schliffe absolut luftdicht schliessend zu machen, zumal wenn jedes Einfetten vermieden werden soll, ist bekannt. Der nachfolgend beschriebene Doppelschliff löst die Aufgabe in einfachster Weise.

Die allgemeine Anordnung ist die des oben beschriebenen Normalschliffes. Dabei wird jedoch der Stempel auf das Doppelte verlängert und auf halber Höhe etwas eingelassen (Fig. 3), so dass zwei von einander getrennte, übereinandersitzende Schliffe



Fig. 3. Fig. 4.

entstehen. Ueber den unteren a passt wie früher die Scheide (Fig. 4), auf b passt die nach unten entsprechend verlängerte Scheide (Fig. 5).

Die Verlängerung bezweckt, dass ein kleiner Becher und weniger Quecksilber zum Sperren auch des oberen Theiles des Doppelschliffes genügt. Der Vortheil auch

---

[1]) Vortrag, gehalten in der Abtheilung für Instrumentenkunde auf der Naturforscher-Versammlung zu Nürnberg.

[2]) Vgl. A. Raps, *Wied. Annal.* **48.** *S. 378 (1893)* u. *diese Zeitschr. 1893, S. 63.*

[3]) Herr Prof. O. Lehmann hat mich auf der Naturforscher-Versammlung in Nürnberg darauf aufmerksam gemacht, dass eine ganz ähnliche Anordnung, besonders in Bezug auf den Wechsel der Stellung von Scheide und Stempel von ihm in seiner Arbeit „Apparate zur Messung von Dampfspannungen“ *(diese Zeitschr. 1882, S. 63)* angegeben ist. Die Fülle der dort gegebenen Einzelheiten hat wohl diese praktische Neuerung bisher übersehen lassen, jedoch gebührt Herrn Prof. Lehmann ohne Zweifel die Priorität.

dieser Anordnung ist einleuchtend. Der Doppelschliff kann natürlich auch in der Weise hergestellt werden, dass an einem Stück Glas zwei Scheiden übereinander geschliffen werden, während die Stempel getrennt sind, so dass also derselbe bewegliche Theil auf zwei feste Apparate passt.

Hähne. Mit dem Bedürfniss nach luftdicht schliessenden Schliffen ging auch das nach ebensolchen Hähnen Hand in Hand, ohne jedoch, soweit uns bekannt, bisher in gleicher Weise befriedigt zu werden.

Von zwei Stellen aus, von dem oberen und unteren Rand des Hahnkörpers, kann die äussere Luft in den abzuschliessenden Apparat gelangen. Durch Zuschmelzen des unteren offenen Theiles des Hahnkörpers kann an dieser Stelle ohne weiteres abgeholfen werden, während ein Erweitern des oberen Randes zu einem Becher Gelegenheit zum Einfüllen von Quecksilber als Sperrflüssigkeit bieten würde. Doch würde ein solcher Hahn einen Theil der gleichen Uebelstände zeigen, wie dieselben vorher an den gewöhnlichen Schliffen mit Quecksilberverschluss gerügt wurden. Die Form des Hahnes, der alle diese Mängel vermeidet und dazu noch, ohne den Hahnkörper zu belasten, stets einen Weg mehr anzubringen gestattet, sei im Folgenden beschrieben.



Fig. 5.

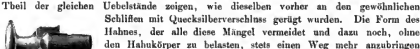


Fig. 6.

Zunächst wird der Hahn umgekehrt gestellt, so dass der Wirbel nach unten steht. Zwischen Wirbel und Hahnkücken wird ein so weiter Becher umgeschmolzen, dass derselbe noch den Hahnkörper mit umfängt (Fig. 6). Um die Verbindung mit dem nunmehr nach oben gerichteten geschlossenen Raum herzustellen, bleibt das Kücken hohl und statt des sonst eingeschmolzenen Röhrchens ist nun nur ein Loch in dasselbe zu bohren. An das geschlossene Ende wird als zweiter Arm ein Rohr angeschmolzen (Fig. 7), so dass die beiden Hahnenarme nicht wie sonst einander gegenüberstehen, sondern einen rechten Winkel mit einander bilden.



Fig. 7.

In den Becher gefülltes Quecksilber sperrt wieder die äussere Luft vollkommen ab. Die grosse Einfachheit, wie die absolute Dichtigkeit dieses Hahnes ist leicht einzusehen und ein weiterer Vortheil darf darin gefunden werden, dass beim Schliessen das Kücken um 180° gedreht werden kann.

Dreiwegehähne. Für Dreiwegehähne nach demselben Muster mag folgende Form gelten. An dem konischen Theil des Hahnkörpers werden in einem Winkel von 90° zu einander zwei Arme angeschmolzen, der dritte Arm bleibt an der gleichen Stelle wie bei dem oben beschriebenen Hahn. Im gleichen Winkel wie die Arme werden zwei Löcher in das hohle Hahnkücken gebohrt. Damit ist der Dreiwegehahn fertig. Eine entsprechende Drehung erlaubt entweder beide, den einen oder den andern der horizontalen Arme mit dem vertikal gerichteten zu verbinden oder aber beide abzuschliessen.

In gleicher Weise können auch Vierwegehähne u. s. w. hergestellt werden.

Schliffe und Hähne nach diesem Muster sind von Carl Kramer in Freiburg i. Br. oder von E. Leybold's Nachf. in Köln a. Rh. zu beziehen.

Die oben beschriebenen Anordnungen werden von mir seit einer Reihe von Jahren angewendet, sind auch schon als Theile der von mir angegebenen selbthätigen Quecksilberluftpumpe in den Handel gekommen und damit bekannt geworden. Einem weiteren Kreise von Fachgenossen habe ich dieselben im September 1892 auf der *Jahresversammlung der Schweizerischen naturforschenden Gesellschaft* in Basel vorgelegt. Der Normalschliff ist auch bereits in dem *Lehrbuch der Experimentalphysik* von Herrn Warburg S. 75 abgebildet.

Basel den 28. September 1893.

Ueber Dichtungen für Vakuum und Druck.

Von **W. Marek** in Wien.

Eine der von Herrn L. Mach in *dieser Zeitschr. (1893 S. 428)* beschriebenen ganz ähnliche Dichtung wurde von mir in den Siebziger-Jahren zuerst angegeben und nach mancherlei Anwendung beschrieben (*Carls Repertorium, 18. 1882*). Am zitirten Orte ist auch mitgetheilt, wie man durch Einschaltung eines Konstruktionstheiles von kleinem Querschnitt und grosser Oberfläche die Einwirkung der Wärme des Wasserdampfes auf die Verkittung der Glasglocke vermeiden kann.

Zum Verkitten bewährt sich im Laboratorium der k. k. Normal-Aichungskommission in Wien eine stundenlang stark erhitzte Mischung aus Kautschukabfällen, Wachs und Kolofonium, deren Zusammensetzung je nach der gewünschten grösseren oder kleineren Zähigkeit zu wählen ist. Wenn gegen Flüssigkeiten abzudichten ist, wird in die Dichtungsfuge zuerst eine Lage Gipsbrei eingegossen.

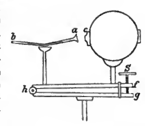
Im Anschluss an obige Mittheilung erhält die Redaktion von Herrn L. Mach folgende Notiz:

„Es ist richtig, dass Herrn Marek's Verfahren, das mir nicht bekannt war, mit einer der von mir beschriebenen Anwendungen des Rose'schen und Wood'schen Metalls zur Dichtung im Wesentlichen zusammenfällt. Meine Mittheilung hatte auch nicht den Zweck, eine Erfindung in Anspruch zu nehmen, sondern die Fachgenossen, welche, wie man täglich sehen kann, sich mit sehr unvollkommenen Dichtungen behelfen, auf ein Mittel aufmerksam zu machen, welches sich bei mir unter den mannigfaltigsten Umständen bewährt hatte. Auf die Nothwendigkeit dünner Schichten, welche bei Anwendung hohen Drucks wesentlich ist, hat Herr Marek nicht hingewiesen."

Referate.

Ein einfacher Schallmesser.

Von V. Dvořák. *Zeitschr. f. phys. u. chem. Unterr.* **6.** *S. 189. (1893.)*



Vor der Oeffnung *c* eines Resonators steht in einer Entfernung von 5 *mm* ein Glasröhrchen *a b*, das unter einem sehr stumpfen Winkel gebogen und zum Theil mit einer leicht beweglichen Flüssigkeit gefüllt ist, deren Verschiebung an einer Millimetertheilung abgelesen werden kann. Mit der Schraube *S* kann man dem Röhrchen stets die gleiche Stellung zur waagerechten Ebene geben. Die beiden durch ein Scharnier *h* verbundenen Brettchen *f* und *g* werden durch einen Kautschukstreifen zusammengedrückt.

Der Apparat wird von der mechanischen Werkstatt von G. Lorenz in Chemnitz hergestellt. *H. H.-M.*

Ueber ein Manometer von grosser Empfindlichkeit.

Von Villard. *Comptes Rendus.* **116.** *S. 1187. (1893.)*

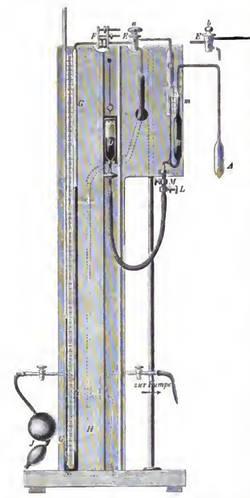
Das nur zu Differenzmessungen dienende Manometer besteht aus einem U-förmigen Rohr, an dessen einem Schenkel ein weiteres Reservoir angeblasen ist. Wenn der eine Schenkel mit Quecksilber gefüllt ist und der Apparat mit dem Raum, dessen Druck man messen will, in Verbindung gesetzt wird, so steigt das Quecksilber in das Reservoir zurück, und letzteres füllt sich mit Gas von dem zu messenden Druck. Bei Abnahme des Drucks steigt dann das Quecksilber wieder in den engen Schenkel zurück, so dass jetzt mit dem Apparat kleine Druckschwankungen sehr genau beobachtet werden können.

Die Empfindlichkeit hängt von der Grösse des Reservoirs im Verhältniss zum Querschnitt der Schenkel ab. *W. J.*

Ein kleines Laboratoriumsluftthermometer.

Von Lothar Meyer. *Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. XXVI. S. 1047.*

Das von Bottomley angegebene Luftthermometer hat durch den Verfasser einige Verbesserungen erfahren und ist von einem seiner Assistenten zur Bestimmung niedriger Schmelz- und Erstarrungspunkte benutzt worden. Die Wirkungsweise des Instruments beruht auf dem Gesetz, dass das Produkt aus dem Druck und dem Volum eines Gases der absoluten Temperatur proportional ist. Sorgt man dafür, dass das Volum stets das gleiche ist, so ist der Druck des abgesperrten Gasquantums direkt proportional der absoluten Temperatur. Die Einzelheiten der Konstruktion sind aus nebenstehender Figur ersichtlich. *A* ist das Thermometergefäss, das mit trockner Luft oder besser trocknem Stickstoff zu füllen ist. Es steht mittels einer zweimal rechtwinklig gebogenen Kapillare mit dem Gefässe *B* in Verbindung, das an seinem oberen verengten Theile möglichst nahe an der Mündung der Kapillare die Marke *m* trägt, auf welche bei jeder Bestimmung eingestellt wird. Von *B* aus führt seitlich ein Schlauch zu dem Quecksilberreservoir *D*, welches an einer Schnur aufgehängt ist, und zwischen zwei Schienen auf und nieder geführt werden kann. Der Schlauch trägt die beiden Quetschhähne *L* und *M*, an denen der untere zur Absperrung des Quecksilberzuflusses dient, während der obere die Feineinstellung der Quecksilberkuppe auf die Marke *m* ermöglicht. Das Quecksilbergefäss *B* findet seine Fortsetzung in dem aufsteigenden Schenkel mit der Erweiterung *C*, von welcher eine Kapillare zu dem Dreiweghahn *E* führt. Dieser Hahn, dessen beide Stellungen in *a* und *b* wiedergegeben sind, gestattet die Verbindung des Thermometers *ABC* mit dem Manometer *G*



und andererseits mit der dreihalsigen Flasche *H*. Das Manometer ist durch den Baho'schen Verbindungsschliff *F* (vgl. *Zeitschr. f. physik. Chem.* **9.** *S. 684. 1892. Diese Zeitschr. 1893. S. 69*) luftdicht angeschlossen. Die Flasche *H* trägt das Handgebläse *J* und ist ausserdem mit einer Pumpe in Verbindung, so dass man je nach Bedürfniss den Druck im Apparat

erhöhen oder erniedrigen kann. Die Füllung des Instruments geschieht so, dass das Quecksilber im Gefäss B genau bis zur Marke m und in dem Schenkel C ungefähr im gleichen Niveau steht. Da die genaue Gleichheit in der Höhe sich schwer erreichen lässt, ist eine kurze Skale angebracht, welche den Niveauunterschied in Millimetern abzulesen gestattet. Zur Ausführung eines Versuches taucht man das Thermometergefäss A in das Medium, dessen Temperatur man bestimmen will, und verändert den Druck im Apparat so, dass das Quecksilber sich wieder auf die Marke m einstellt. Zu letzterem Zweck lässt man aus der Flasche H Luft höheren oder niederen Drucks durch den Dreiweghahn in Stellung a zunächst in das Manometer, und dann aus diesem nach Drehung des Hahnes in die Stellung b in das Gefäss C treten. Die Summe der Quecksilbersäulen am Barometer, am Manometer G und an der Skale bei B (letztere beiden positiv oder negativ) giebt dann den Druck, unter dem das Gas in A steht. Hat man durch einen Vorversuch für irgend einen Fixpunkt, etwa die Temperatur des schmelzenden Eises, die zugehörige Druckhöhe P ermittelt, so kann man jede Temperatur bestimmen nach der Proportion:

$$P : T = p : x.$$

Die Rechnung liefert zunächst absolute Temperaturen, die aber leicht durch Subtraktion von 272,6 auf die Celsiusskale reduzirt werden können. Nach den Erfahrungen des Verfassers zeigt das Thermometer in Folge des schädlichen Raumes zwischen der Marke m und dem Gefäss A, dessen Inhalt an der Temperaturänderung nicht Theil nimmt, für hohe Temperaturen etwas zu niedrig. *Fm.*

Zamboni'sche Säule zur Aichung von Elektrometern.

Von K. Noack. *Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr. 6. S. 223. (1893.)*

Der Hartgummistab einer Zamboni'schen Säule, welche nach den Angaben von Elster und Geitel (*Wied. Ann. 42. S. 564. 1891.*) mit 1600 Doppelblättchen aufgebaut worden ist, wird mittels Palmieri'scher Masse in einen Porzellanfuss gekittet. Eingelegte Messingblättchen theilen die ganze Säule in 10 gleiche Gruppen von je 160 Paaren. Die abwechselnd nach links und rechts vorstehenden Zungen der Scheibchen tragen die Aufschriften 0 bis 10. Zur Verbindung der Säule mit dem zu aichenden Elektrometer dient ein 40 *cm* langer, mit Seide besponnener Neusilberdraht. An seinem einen Ende ist ein kurzer spitzer Drahtstift und an seinem anderen Ende ein U-förmig gebogener, federnder Messingblechstreifen angelöthet. Der Stift wird in die Bohrung des Elektroskopknopfes gesteckt, der federnde Messingstreifen auf die mit 10 bezeichnete Zunge der Säule aufgeschoben, die Zunge 0 mit dem Finger abgeleitet und der Ausschlag beobachtet. Hierauf befestigt man den Draht an der Zunge 0, leitet das Scheibchen 10 ab und beobachtet wiederum den Ausschlag. Das Mittel beider Ablesungen ist der durch 10 Gruppen der Zamboni'schen Säule bewirkte Ausschlag. In entsprechender Weise erhält man aus dem Mittel der vier Messungen 0/9; 9/0; 1/10; 10/1 den durch 9 Gruppen hervorgerufenen Ausschlag. Nun nimmt man 0/8; 8/0; 1/9; 9/1; 2/10; 10/2 u. s. w. — Der Apparat kann von Liebrich's Nachfolger in Giessen bezogen werden. *H. H.-M.*

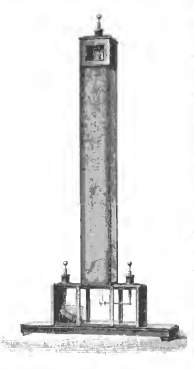
Apparat zum Nachweis des Coulomb'schen Gesetzes.

Von K. Noack. *Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr. 6. S. 224. (1893.)*

Noack konnte mit dem in neuerer Zeit von Odstrčil angegebenen einfachen Apparat, welchen auch Kolbe in seiner Einführung in die Elektrizitätslehre benutzt hat, keine brauchbaren Ergebnisse erhalten. Er hat daher den Apparat so abgeändert, dass die Versuche mühelos mit voller Sicherheit gelingen.

In der Mitte des Gehäuses erhebt sich ein Aufhängegestell von 1 *m* Höhe. Es besteht aus einem leichten Holzgerüst, das mit Pausleinen überzogen ist. Oben sind kleine Thüren angebracht, durch welche man zu der Aufhängevorrichtung gelangen kann.

Die drei Zuleitungen, eine oben auf dem Aufhängegestell und zwei auf der Decke des Gehäuses, bestehen aus Messingstäben in Hartgummifassung mit Kugeln an beiden Enden. Sie sind an Schlitten befestigt, welche in rechteckigen Ausschnitten seitlich verschoben



werden können. Die obere Zuleitung trägt die Aufhängevorrichtung, ein ↄՆ-förmig gebogenes dünnes Glasstäbchen. An die beiden kleinen, inneren Kugeln der unteren Zuleitungen werden seitlich waagerechte Arme angeschraubt. Ein solcher Arm besteht aus einem Glas- oder Hartgummistab mit einer am Ende aufgesteckten Messingkugel. In der Figur ist rechts ein solcher Arm mit Kugel sichtbar. An der Aufhängevorrichtung wird mittels bifilarem Kokonfaden ein vergoldetes Hollundermarkkügelchen befestigt, indem ein ganz dünner Schellackstab von 3 *cm* Länge durch das Kügelchen hindurchgesteckt und an seinen beiden Enden der Kokonfaden mit Schellackfirniss angeklebt wird. Von unten wird in das Hollundermarkkügelchen ein kurzes, sehr dünnes Schellackstäbchen eingesteckt, welches als Marke für die Stellung der Kugel dient. Ein gleiches Schellackstäbchen ist am tiefsten Punkte der Standkugel angekittet. Das Gehäuse wird links und rechts, vorn und hinten durch Blechscheiben verschlossen, die in Nuten herabgeschoben werden. In der Mitte wird der Verschluss durch Glasplatten hergestellt, die mit Stanniol beklebt sind und in entsprechender Höhe einen Ausschnitt in der Belegung haben. Die Erscheinungen werden in fünffacher Vergrösserung auf eine Skale projizirt. Die Handhabung des Apparates, der von Liebrich's Nachfolger in Giessen angefertigt wird, ist a. a. O. eingehend beschrieben. *H. H.-M.*

Periodische Quecksilberluftpumpe.

Von F. J. Smith. *Nature* 48. *S. 320 (1893).*

Verf. beschreibt eine Vorrichtung, die mit Hilfe einer Wasserpumpe das Quecksilber einer Sprengel'schen Pumpe periodisch hebt. Das Prinzip ist das der bekannten intermittirenden Springbrunnen: das aus der Sprengel'schen Pumpe abfliessende Quecksilber sammelt sich in einem Gefäss, aus dem es mittels eines stets mit Quecksilber gefüllten Hebers kontinuirlich in ein zweites Gefäss übergeführt wird. In diesem letzteren steht das schief abgeschnittene Ende eines Steigrohres, dessen oberes Ende in dem einen Tubus einer umgekehrten Wulff'schen Flasche befestigt ist. Der zweite Tubus dieser Flasche steht mit einer Wasserluftpumpe in Verbindung, durch welche beständig Luft aus der Flasche ausgesaugt wird. Ist nun das untere Ende des Steigrohres durch das zuströmende Quecksilber abgesperrt, so wird das letztere so lange durch das Steigrohr in die Flasche gesaugt, bis das untere Ende wieder frei geworden ist und Luft eintreten kann. Dies Spiel wiederholt sich jedesmal, wenn so viel Quecksilber aus dem Heber zugeflossen ist, dass das untere Ende des Steigrohrs abgesperrt ist. Das in die Wulff'sche Flasche eingesaugte Quecksilber fliesst durch den dritten Tubus und ein mit Rückschlag-Ventil versehenes Rohr in die Sprengel'sche Pumpe ab. *W. J.*

Apparate zum Nachweis der mechanischen Wirkungen des Schalles.

Von V. Dvořák. *Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr.* **6.** *S. 186. (1893.)*

Herr Prof. Dvořák hat bereits früher (*Wiener Sitzungsber. 1875, Wied. Ann. III. 1877, d. Zeitschr. 1883. S. 127*) Apparate angegeben, mit denen man nachweisen kann, dass sich schwingende Bewegungen in Anziehungen und Abstossungen umsetzen. Am angeführten Orte giebt er dazu manche Ergänzungen, von denen die nachfolgenden hier hervorzuheben wären.

Fig. 1.

Um die akustische Anziehung von Gasen, die leichter als Luft sind, zu zeigen, nimmt er ein dünnes Glasröhrchen *a b c* (Fig. 1), welches bei *b* stark erweitert und bei *a* mit einem Kautschukröhrchen versehen ist, das durch ein Stöpselchen *S* verschlossen werden kann. Das Röhrchen besitzt in der Mitte *c* ein Glashütchen, welches auf eine Nadelspitze gesetzt werden kann. Man taucht *b* in eine Seifenlösung und erzeugt mittels Leuchtgas, das man bei *a* einströmen lässt, eine Blase, die man vor die Oeffnung des Resonanzkastens einer Stimmgabel bringt, nachdem *a* wieder verschlossen worden ist. Will man dieselbe Erscheinung für Gase zeigen, die schwerer als Luft sind, so muss natürlich ein Glasröhrchen benutzt werden, dessen Oeffnung *b* nach unten gerichtet ist.

Fig. 2.

Um die Entstehung von Luftströmen zu zeigen, schneidet Dvořák von einem gewöhnlichen Resonator den engen Kegel, der in das Ohr gesteckt wird, ab und klebt mit Wachs eine kleine Metallplatte mit konischer Oeffnung auf. Fig. 2 A stellt einen Durchschnitt der Metallplatte in natürlicher Grösse dar; der Durchmesser *a b* der Oeffnung beträgt 2,3 *mm*. Stellt man diesen Resonator etwa 3 *cm* weit von einer Wand *WW* (Fig. 2) auf, so strömt, wenn der Resonator zum Tönen gebracht wird, aus der kleinen Oeffnung *c* ein Luftstrom, der durch eine kleine Flamme oder ein Papierrädchen sichtbar gemacht werden kann.

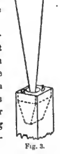


Fig. 3.

Zur Erregung von Schallschwingungen bedient sich Dvořák unter anderem auch einer starken Zungenpfeife von besonderer Einrichtung. Sie ist ähnlich konstruirt, wie die in Fig. 203 von Weinhold's Demonstrationen dargestellte Pfeife. Jedoch ist der Blechkonus nicht in den Deckel der Pfeife eingefügt, sondern der bekannte Dvořák'sche Schalltrichter wird durch die Oeffnung des Deckels bis nahe zur Zunge eingeführt (Fig. 3). Die 4 *cm* weite Oeffnung *a b* des Deckels ist beträchtlich grösser als der Durchmesser des Schalltrichters an dieser Stelle, so dass ein ringförmiger Raum übrig bleibt. Dies bietet den Vortheil, dass der Grundton der Pfeife sehr stark hervortritt und nur ein kleiner Theil des Luftstromes in den Trichter gelangt.

Die Apparate werden in der mechanischen Werkstatt von G. Lorenz in Chemnitz hergestellt. *H. H.-M.*

Apparate zur schulgemässen Behandlung der elektromagnetischen Induktion.

Von E. Grimsehl. *Beilage zum Jahresbericht der Realschule zu Cuxhaven 1893. Zeitschr. f. phys. u. chem. Unterr.* **6.** *S. 240. (1893.)*

Die Apparate sollen dazu dienen, die Induktionsströme, welche durch Bewegung eines Leiters im magnetischen Felde entstehen, in der Schule experimentell zu behandeln und zugleich in anschaulicher Weise in das Verständniss der Dynamomaschine einzuführen.

Bei den Versuchen wird zur Erzeugung des magnetischen Feldes ein Elektromagnet verwandt, von welchem Fig. 1 eine Ansicht zeigt. Er hat zwei horizontale, einander gegenüberstehende Kernstücke, zwischen deren Polen Hilfsapparate aufgestellt werden

können. Auf dem Grundbrett sind vier Klemmen angebracht, von denen zwei die Verbindung der Magnetspulen mit der Batterie und zwei die Verbindung zwischen den Hilfsapparaten und einem Galvanometer vermitteln.



Fig. 1.

Hilfsapparate: *1.* Um zu zeigen, dass ein Strom entsteht, wenn man einen Leiter so durch ein magnetisches Feld bewegt, dass er dessen Kraftlinien schneidet, dient die in Fig. 2 abgebildete Vorrichtung. Sie besteht aus einem Brett, auf dem vier Messingdrähte in der aus der Zeichnung ersichtlichen Weise befestigt sind. Je zwei Drähte stehen kreuzweise mit einander in leitender Verbindung und jedes Paar wird mittels zweier Bleche und zweier Schrauben mit dem Galvanometer verbunden. Durch einen an einer isolirenden Handhabe befestigten Querdraht kann man die Verbindung von zwei Messingstangen herstellen. Schleift man mit dem Querdraht rasch an einem Paar von Messingstangen herauf und hinunter, so beobachtet man bei gleichnamigen Polen keinen Ausschlag am Galvanometer, bei ungleichnamigen aber erhält man einen deutlichen Ausschlag; denn im ersten Falle hat man den Draht parallel den Kraftlinien bewegt, im zweiten aber so, dass die Kraftlinien geschnitten werden. — *2.* Um die geradlinige Bewegung durch eine drehende zu ersetzen, dient die in Fig. 3 abgebildete Vorrichtung. Zwei Messingsäulen tragen in der Höhe der Magnetpole Durchbohrungen, die einem mehrfach rechtwinklig gebogenen Draht als Axenlager dienen. Durch Drehen des Drahtes in einem von zwei ungleichnamigen Polen erzeugten Felde werden bei jeder halben Umdrehung Stromstösse erzeugt, deren Richtung jedesmal wechselt, wenn der Draht seine höchste und tiefste Stelle erreicht. — *3.* Der in Fig. 4 dargestellte Hilfsapparat enthält

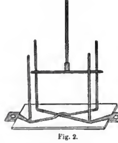


Fig. 2.

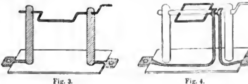


Fig. 3. Fig. 4.

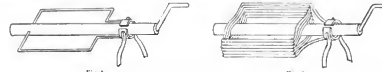
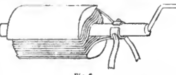


Fig. 5. Fig. 6.

eine fast vollständig geschlossene rechteckige Drahtwindung. Die Enden stehen in Verbindung mit zwei Schleifringen, von denen die einzelnen Stromstösse mittels zweier

Schleiffedern nach dem Galvanometer abgeleitet werden. — 4. Bei der Vorrichtung Fig. 5 werden die einzelnen Stromstösse durch einen Kommutator gleichgerichtet, welcher aus zwei Halbringen besteht, auf denen zwei Federn schleifen. — 5. In der Vorrichtung Fig. 6 ist die eine rechteckige Drahtwindung durch mehrere ersetzt. — 6. In dem Hilfsapparat Fig. 7 ist der Raum innerhalb der Windungen durch Eisen ausgefüllt. (Siemens'scher Doppel-T-Anker.) — 7. Eine weitere Vorrichtung besteht aus einer Gruppe von Drahtwindungen auf einem zwischen den Polen des Elektromagnets rotirenden Eisenring mit zweitheiligem Kommutator. — 8. Der letzte Aushau der Hilfsapparate ist ein Gramme'scher Ring mit zwölf Windungsgruppen und zwölftheiligem Kommutator, welcher zwischen den Magnetpolen aufgestellt wird. — Die Apparate werden von dem Universitätsmechaniker W. Apel in Göttingen angefertigt. *H. H.-M.*


Fig. 7.

Neu erschienene Bücher.

Theorie der optischen Instrumente nach Abbe. Von Dr. Siegfried Czapski, wissenschaftlichem Mitarbeiter der optischen Werkstätte von Carl Zeiss in Jena. (Sonderabdruck aus dem Handbuche der Physik von Winkelmann, Band II). 292 S. Breslau 1893, Eduard Trewendt. M. 9,60.

Ein Werk, welches, wie das vorliegende, den Namen Abbe an der Spitze trägt, wird schon hierdurch als eine bedeutsame literarische Erscheinung gekennzeichnet, die Jedem, der dem behandelten Gegenstande seine Aufmerksamkeit widmet, zu eingehendem und ernsten Studium auffordert; nicht minder thut dies der Name des auf dem Gebiete der Optik rühmlichst bekannten Verfassers, der als genauer Kenner der Abbe'schen Arbeiten und Ideen wie kein Anderer dazu berufen erscheint, diese einem grösseren Leserkreise in systematischer Behandlung zugänglich zu machen. Bei dem Umstande, dass diese für die Optik so wichtigen, zum Theile geradezu grundlegenden Arbeiten Abbe's in vielen Zeitschriften zerstreut, dem Einzelnen schwer zugänglich sind, manche überhaupt nur durch Vorlesungen bekannt wurden, ist gewiss das vorliegende Buch von Vielen herbeigewünscht, schon lange erwartet worden und wir sind daher dem Verfasser zu besonderem Danke verpflichtet.

Durch den Abdruck des Vorwortes, den die Redaktion in Anbetracht der Wichtigkeit des Werkes bereits im Mai-Hefte veranlasst hat, sind die Leser dieser Zeitschrift über den Inhalt und die Anordnung desselben in Kenntniss gesetzt worden. Wir entnehmen aus diesem Vorworte, dass, wie schon der Titel besagt, die Darstellung der Untersuchungen und Anschauungen Abbe's über das Wesen und die Wirkung der optischen Instrumente der eigentliche Zweck des Buches ist, und in der That zeigt sich schon bei flüchtiger Durchsicht der wesentliche Einfluss, den diese Anschauungen auf die Durcharbeitung der verschiedenen Theile der Theorie genommen. Wenn aber deshalb der Verfasser bescheiden „jedes Verdienst um den Inhalt des Dargestellten durchaus ablehnen" zu müssen glaubt, so werden wohl die Leser dem nicht ganz beipflichten können. Wir meinen, ausser den hauptsächlichsten Bausteinen müssen auch die mannigfachen Zwischen- und Verbindungsglieder dem Inhalte des ganzen Baues beigezählt werden, die der Verfasser in nicht geringer Menge hat beifügen müssen; die „Verantwortung für die Richtigkeit und angemessene Form" kommt ihm allerdings allein zu, diese zu tragen wird ihm gewiss nicht allzuschwer fallen.

Das Vorwort orientirt uns zugleich in sehr klarer Weise über die wesentlichen Punkte, durch welche sich die Darstellung nach den Abbe'schen Theorien von anderen



Darstellungsweisen unterscheidet und in denen mit dem Verfasser in der That der bedeutende Fortschritt für das Verständniss der Wirkung der optischen Instrumente erblickt werden muss. Es wird das schon einigermaassen deutlich hervortreten, wenn wir uns über Inhalt und Anordnung des allgemeinen Theiles, der Grundlage für speziellere Anwendungen, in den Hauptzügen orientiren und es möge gestattet sein, dieses hier für Leser, denen das Vorwort nicht zur Hand ist, etwas näher auszuführen.

Wenn von jeder Besonderheit in der Wirkungsweise optischer Instrumente, die Bilder erzeugen, abgesehen wird, so bleibt nur die Thatsache, dass solche Bilder zu Stande kommen, d. h. dass Strahlen, die von einem Punkte des Objektes ausgehen, sich in dem entsprechenden Punkte des Bildes wieder vereinigen. Es werden nun erstens unter der Annahme, dass die Strahlenvereinigung mathematisch genau erfolge, diejenigen Bildeigenschaften untersucht, die in dem gegenseitigen, natürlich eindeutigen Entsprechen homozentrischer Strahlenbündel im Objekt- und Bildraum ihren alleinigen Grund haben, eine Beziehung, welche sich nach der Sprache der Geometrie als die kollineare Verwandtschaft der beiden Räume erweist. Als solche ist sie schon von Möbius und seitdem auch von verschiedenen anderen Autoren erkannt und ausgesprochen worden, aber allerdings nicht in der allgemeinen Fassung wie bei Abbe. Hier erscheint sie nämlich völlig losgelöst von jeder besonderen Art der Anordnung der wirksamen Theile eines Instrumentes und — was wichtig zu bemerken — von jeder speziellen Anordnung bezüglich der Lage und Oeffnung der abbildenden Bündel, sogar unabhängig von den besonderen Reflexions- und Brechungsgesetzen, wenn diese nur so geartet sind, dass sie überhaupt das Zustandekommen von Bildern zulassen. Wir gewinnen also durch eine solche rein geometrische Theorie die festen, unabänderlichen Beziehungen zwischen Bild und Objekt, die für jedwedes Instrument gelten müssen und wissen im Vorhinein, dass es vergeblich wäre, nach Konstruktionen zu suchen, die andere vorgeschriebene Beziehungen realisiren sollen. Diese Theorie lehrt uns zugleich das Ideal kennen, dem sich das wirkliche Verhalten optischer Apparate je nach der Vollkommenheit der Strahlenvereinigung im Bilde mehr oder weniger anzunähern vermag.

Damit eine Abbildung, und zwar in ausreichender Schärfe, zu Stande komme, wird ein optisches System gewisse Bedingungen sowohl bezüglich der Anordnung der wirksamen Medien als auch der Lage und Oeffnung der Lichtbündel zu erfüllen haben. Was letztere anbelangt, so zeigt sich zunächst allerdings, dass, von ganz speziellen Fällen abgesehen, eine genaue Strahlenvereinigung nur bei unendlich dünnen Strahlensystemen erfolgen könne, für welche eigentlich, wegen des überwiegenden Einflusses der Lichtbeugung, die Regeln der geometrischen Optik aufhören anwendbar zu sein. Wir lernen aber hierbei solche Anordnungen kennen, bei denen von vornherein auch dann eine angenäherte Strahlenvereinigung zu erwarten und auch thatsächlich zu erreichen ist, wenn den abbildenden Bündeln Oeffnungen von endlicher Grösse innerhalb solcher Grenzen gegeben werden, dass die Abweichungen gewisse kleine Beträge nicht überschreiten. Es wird also zweitens die Theorie der Abberrationen (allgemein zu reden) entwickelt und es werden die von den übrigbleibenden Aberrationen abhängigen Bildeigenschaften untersucht.

Der dritte Theil der allgemeinen Theorie endlich beschäftigt sich mit jenen Bildeigenschaften, welche von der nothwendig vorhandenen Begrenzung des ein Instrument durchsetzenden Strahlensystems abhängen. Diese durch geeignet angebrachte Blenden bewirkte Strahlenbegrenzung bestimmt nicht nur jene Theile des Objekt- und Bildraumes näher, die mittels eines gegebenen Instrumentes in einander abgebildet werden, sie bedingt auch, wie man leicht erkennt, Beziehungen zwischen den zu verschiedenen Punkten gehörigen abbildenden Bündeln und Eigenschaften dieser Bündel selbst; von ihr hängt die Helligkeit der Bilder ab u. A. m. Für die spezielle Wirkungsweise eines vorliegenden optischen Instrumentes eröffnen uns daher die Untersuchungen in diesem dritten Theile, die wir fast ausschliesslich auf Abbe zurückzuführen haben, das richtige und tiefer eindringende Verständniss, zugleich aber auch die Mittel, um die Leistungen eines Instrumentes gewissen Bedingungen anzupassen.

Wie weit der Fortschritt, den die geschilderte Behandlungsweise des Gegenstandes in sich schliesst, im Besonderen reicht, kann natürlich nur durch das Studium des Werkes selbst vollständig klar werden.

Ausser den genannten drei Faktoren: Kollineation, Aberrationen und Strahlenbegrenzung, welche die Bildeigenschaften eines optischen Systemes bestimmen, wäre noch ein vierter, nicht minder wichtiger, auf seine Wirkung zu untersuchen, damit diese Bestimmung und die Theorie der Bilderzeugung eine vollständige werde, nämlich die Beugung des Lichtes; sowohl die Beugung in Folge der Strahlenbegrenzung, deren Einfluss schon seit Langem bekannt ist, sowie auch die Beugung an Objekten, die in erborgtem Licht leuchten, deren Einfluss auf die Bilderzeugung und das mikroskopische Sehen insbesondere erst von Abbe in einer seiner schönsten und folgenreichsten Arbeiten begründet wurde. Der Verfasser hat in dem vorliegenden Buche, mehr durch äussere Umstände veranlasst, von einer eingehenderen Darlegung dieser Theorie abgesehen und nur dort, wo es geboten schien, die betreffenden Resultate derselben herangezogen. Diese Einschränkung des Stoffes dürfte aber keineswegs zum Schaden des Ganzen geschehen sein; einmal deshalb nicht, weil dadurch das Werk eine leicht übersehbare Abgrenzung erfahren hat; es bietet uns, so wie es ist, eine Theorie der optischen Instrumente, insoweit sie im Wesentlichen auf die Voraussetzungen der geometrischen Optik begründet werden kann und ist dadurch auch Solchen leichter zugänglich, die sich mit subtileren Entwicklungen, wie sie die Beugungstheorie erfordert, nicht befassen wollen; dann aber auch deshalb nicht, weil der Verfasser diese Theorie in einem zweiten, selbständigen Werke folgen lassen wird, wo sie gewiss eine breitere und vollständigere Behandlung finden kann, als es in Verbindung mit dem gegenwärtigen zulässig erschienen wäre.

Es kann natürlich nicht Sache dieser Besprechung sein, nunmehr den Inhalt des Werkes bis auf die einzelnen Paragraphen vorzuführen. Wer sich eine genauere vorläufige Einsicht verschaffen will, den können wir auf das sehr detaillirte und sorgfältig gearbeitete Inhaltsverzeichniss verweisen, welches auch sofort erkennen lässt, wie wohl überlegt und sachgemäss die Anordnung des Stoffes bis in's Einzelne hinein gegliedert wurde. Wir glauben aber doch, um unserer Pflicht als Referent auch nach dieser Seite hin zu genügen, auf den Inhalt der einzelnen Kapitel mit wenigen Worten eingehen zu müssen.

Im Kapitel I werden die Grundlagen der geometrischen Optik und die Grenzen derselben diskutirt, allgemeine Theoreme über Reflexion und Brechung und schliesslich die Eigenschaften unendlich dünner optischer Strahlenbündel eingehend entwickelt. Vielleicht hätte hier die Kirchhoff'sche Definition der Lichtstrahlen, als Gerade, nach denen sich im Innern eines Wellenzuges die Energie fortpflanzt, Erwähnung finden können, eine Definition, durch welche dem Lichtstrahl seine reelle physikalische Existenz gerade innerhalb jener Grenzen gegeben wird, innerhalb welcher auch die geometrische Optik mit ihren Strahlen operiren darf.

Kapitel II handelt von der geometrischen Theorie der optischen Abbildung und giebt die Entwicklung der Eigenschaften und Beziehungen kollinearer Räume, insbesondere solcher mit symmetrischer Abbildung um die optischen Axen. Nachdem die Brennebenen und Brennpunkte definirt sind, werden sofort an Stelle der wesentlichen Konstanten die Brennweiten eingeführt; durch diese, durch die Lage der optischen Axen und der Brennpunkte auf ihnen, ist dann die geometrische Beziehung der beiden Räume vollständig bestimmt. In vier einfachen Formeln können die wesentlichen Bildeigenschaften zusammengefasst werden: in die Formel für die Brennpunktsabstände konjugirter Axenpunkte, für die Tiefenvergrösserung, die Lateralvergrösserung und für das Konvergenzverhältniss. Dieses letztere, das Verhältniss der Tangenten der Winkel, die konjugirte Strahlen, welche die Axen schneiden, mit dieser einschliessen, wird für sehr dünne Strahlensysteme identisch mit dem Winkelverhältniss konjugirter Strahlen überhaupt.

Wenn man nun, wie es bisher geschehen ist, von der Betrachtung solcher unendlich dünner Strahlensysteme ausgeht, um die Theorie der optischen Abbildung in erster Näherung zu entwickeln, bleibt es ganz unbestimmt, was an Stelle dieses Winkelverhältnisses zu setzen ist, wenn endliche Oeffnungswinkel in Betracht gezogen werden müssen; darüber giebt eben nur die allgemeinere Theorie der Kollineation Aufschluss und es lässt schon dieser eine, nicht unwesentliche Punkt die Ueberlegenheit der Abbe'schen Erweiterung erkennen. Die gewöhnlich betrachteten Kardinalpunkte werden erhalten, indem man Lateralvergrösserung und Konvergenzverhältniss gleich ± 1 setzt; zwei weitere konjugirte Paare von Fundamentalpunkten ergeben sich, indem man die Tiefenvergrösserung gleich $+1$ annimmt.[1]) Der Werth -1 ist für optische Systeme ausgeschlossen, wie aus der Berichtigung eines kleinen Versehens, die der Verfasser am Schlusse des Buches giebt, hervorgeht. Graphische Konstruktionen, die Betrachtung teleskopischer Systeme und Formeln für die Kombination optischer Systeme beschliessen das Kapitel. Der Verfasser hat bei der Entwicklung der kollinearen Beziehungen der analytischen Methode den Vorzug gegeben; die synthetische Behandlungsweise hätte sich vielleicht noch besser dem mehr geometrischen Charakter des ganzen Buches angepasst und die nöthigen Maassbeziehungen, da sie nur für konjugirte Axenpunkte aufzustellen sind, hätten sich leicht anfügen lassen. Doch das ist mehr Geschmackssache; jedenfalls lässt auch die Darstellung, die der Verfasser giebt, an Einfachheit und Klarheit nichts zu wünschen übrig.

Der Nachweis, dass sich eine optische Abbildung realisiren lasse bei einem System zentrirter Kugelflächen durch dünne Bündel, die nahe der Axe verlaufen und durch schiefe Elementarbüschel, sowie die Ermittlung der Lagen der Brennpunkte und der Brennweiten aus den gegebenen Daten des betrachteten dioptrischen Systemes, bilden die wesentlichen Gegenstände des III. Kapitels. Mit vollem Rechte wird hier dem wichtigen Falle der schiefen Brechung von Elementarbündeln eine eingehendere Untersuchung gewidmet.

Hieran schliesst sich im IV. Kapitel die Theorie der sphärischen Aberrationen und die Aufsuchung der Bedingungen für deren Beseitigung zum Zwecke einer Erweiterung der Abbildungsgrenzen. Zwei Hauptfälle, die Abbildung eines kleinen Objektes nahe der Axe durch weit geöffnete Bündel und die Abbildung ausgedehnter Flächen durch enge Bündel, die sich nahe der Axe durchsetzen, sind es, die eine einfachere mathematische Behandlung zulassen. Dem ersten Falle entsprechend finden wir die Aberrationen erster Ordnung für Axenpunkte mittels einer sehr eleganten Methode und die wichtige Sinus-Bedingung des Aplanatismus, für welche der Verfasser eine neue interessante, rein geometrische Herleitung giebt, entwickelt; dem zweiten Falle entsprechend werden die Bedingungen für die Hebung des Astigmatismus, der Bildkrümmung und der Verzerrung des Bildes (orthoskopische Abbildung) aufgestellt. Zum Schlusse wird die Aberration für schiefe, weit geöffnete Bündel (Koma) in erster Näherung ermittelt. Bis auf einige Stellen, wo der Leser wohl selbst den Rechenstift wird zur Hand nehmen müssen, sind die Entwicklungen hinreichend weit ausgeführt.

Mit geringen mathematischen Hilfsmitteln wird nicht nur das Wesen der sphärischen Aberrationen klar gelegt, es werden auch praktische Formeln zur Berechnung ihrer Grössen entwickelt und zudem die Widersprüche aufgezeigt, welche die gleichzeitige Erfüllung gewisser Anforderungen an die Bildeigenschaften in sich schliessen. Mit Recht sind hier

---

[1]) Diese Punkte sind identisch mit jenen, welche nach Hällstén (1880) äussere und innere dioptrische Punkte, nach Monoyer (1883) antiaequidistante und aequidistante Punkte heissen, von Matthiessen mit dem Namen positive und negative Haupt- oder Knotenpunkte aequipollenter Linsen in Luft belegt und vom Referenten (1871), ohne aber ihre Beziehung zu dem speziellen Werth der Tiefenvergrösserung erkannt zu haben, gefunden wurden, was ich mir mit Bezug auf eine Bemerkung des Verfassers über die Benennung dieser Punkte hier beiläufig anzuführen erlaube.

die weitläufigen analytischen Theorien der Aberrationen erster Ordnung bei Seite gelassen, die doch nur speziell für Fernrohrobjektive eine zur Berechnung noch halbwegs ausreichende Näherung gewähren, bezüglich der allgemeinen Sätze aber gewiss nicht mehr zu bieten vermögen.

Den chromatischen Aberrationen und der Bedingung der Achromasie ist das V. Kapitel gewidmet; das sekundäre Spektrum, die chromatische Differenz der sphärischen Aberration und die Aenderung des Aplanatismus mit der Wellenlänge werden eingehend behandelt.

Sehr dankenswerth ist die Zusammenstellung der Eigenschaften von Prismen und Prismensystemen, die der Verfasser nach eigenen Untersuchungen im VI. Kapitel giebt. Man findet hier die Abbildung durch Prismensysteme, den Astigmatismus derselben, die Vergrösserung in den Bildern von Spalten, die Ausdehnung des Spektrums, seine Reinheit und das Trennungsvermögen ausführlich und allgemein erörtert.

Weit hinaus über das, was sonst Lehrbücher über Dioptrik von der Wirkung der Strahlenbegrenzung zu sagen wissen, geht der Inhalt des VII. Kapitels, das sich mit diesen Wirkungen beschäftigt. Durch den so nahe liegenden Kunstgriff Abbe's, an Stelle der gegebenen Blenden ihre Bilder im Objekt- und Bildraum einzuführen, werden die sonst schwer zu übersehenden Verhältnisse wie mit einem Schlage vollkommen klar. Durch zwei Blenden ist im Wesentlichen die Strahlenbegrenzung als gegeben anzusehen. Die eine bestimmt die Grösse des übersehbaren Objekts, das Gesichtsfeld; die andere, von Abbe auch als die Iris des Instrumentes, und ihre Bilder im Objekt- und Bildraum als die Eintritts- und Austritts-Pupille bezeichnet, bestimmt durch ihre Lage die Verzerrung im Bilde, die Vergrösserungskraft, die Messungsfehler bei verschiedener Pointirung des Objektes oder Bildes, durch ihre Grösse den Oeffnungswinkel und die Apertur, das Penetrationsvermögen sowie die Helligkeit der Bilder und die durch die Grösse der Beugungsscheibchen bedingte Feinheit des „Kornes“. Hervorzuheben wäre noch die Abbe'sche Definition der Vergrösserungskraft bei Instrumenten, die nach Art eines Mikroskopes wirken. Sie ist definirt als der Sehwinkel, unter welchem die Längeneinheit durch das System erscheint, ist also keine blosse Verhältnisszahl, wie die gewöhnlich als Vergrösserung bezeichnete, sondern eine reziproke Länge. Sie ist im Wesentlichen nur abhängig von dem Instrument allein, unabhängig von den zufälligen Momenten, welche der Beobachter bei Benutzung desselben beiträgt und mit Ausnahme ganz spezieller Fälle sehr nahe gleich der reziproken zweiten Brennweite des Systems, der „Stärke“ desselben, die wie bekannt auch für die Wirkung von Brillengläsern maassgebend ist und durch eine besondere Einheit, die Dioptrie, gemessen wird. Es wäre sehr zu wünschen, wenn dieses Abbe'sche Maass für die Vergrösserungskraft eines Instrumentes einen eigenen, Verwechslungen ausschliessenden Namen erhalten würde.

Die Kapitel VIII und IX enthalten die Anwendungen des Vorhergehenden auf die Hauptgattungen der optischen Instrumente, Auge, Projektionssysteme, Lupe, Mikroskop und Fernrohr, sowie die Methoden zur empirischen Bestimmung der Konstanten optischer Instrumente, der Lage der Brennebenen, der Brennweiten, der Apertur, des Gesichtsfeldes und der Vergrösserung. Die Vorzüge der allgemeinen Theorie übertragen sich naturgemäss auch auf ihre speziellen Anwendungen, die, unterstützt durch die reichen praktischen Erfahrungen des Verfassers, dem Leser eine durchaus klare Auseinandersetzung über Konstruktion und Wirkungsweise des optischen Theiles der behandelten Instrumente darbietet. Es möge in dieser Beziehung noch insbesondere auf die mustergiltige Bearbeitung der Artikel über das Mikroskop und Fernrohr hingewiesen werden.

Jedem einzelnen Kapitel ist eine sehr vollständige Nachweisung der einschlägigen Literatur beigefügt.

Vielleicht fällt manchem Leser am Schlusse dieses Referates der Ausspruch ein, den der Autor gelegentlich einer Besprechung des bekannten Schröder'schen Buches in

dieser Zeitschrift gemacht hat: „„Viel Kritik — viel Ehr'“. Denn an einer farblosen, trockenen Darstellung übt natürlich von selbst Niemand eingehende Kritik — aus Langeweile, die sie erregt“. Ich habe mich nun dem Werke gegenüber im Wesentlichen referirend und weniger kritisirend verhalten; ich vermöchte auch nicht diesem Mangel an Kritik abzuhelfen und wäre nicht im Stande anzugeben, wo dieselbe, wenn sie sich von ganz subjektiven Wünschen, die zudem nur Nebensächliches betreffen könnten, freihält, meinerseits anders als in zustimmendem Sinne anzusetzen hätte. Ich bin auch überzeugt, dass Andere sich mit mir in gleicher Lage befinden werden, aber es wäre offenbar doch ganz verfehlt, hieraus schliessen zu wollen, dass die Darstellung eine trockene oder gar langweilige sei; das gerade Gegentheil ist richtig und in der That lässt sich ja auch der obige Ausspruch nicht einfach umkehren.

Wenn etwas die Befriedigung, mit der man das Buch aus der Hand legt, nicht als eine volle erscheinen lässt, so ist es der Wunsch, der übrig bleibt, von dem Verfasser noch mehr zu erhalten und wir dürfen wohl in Uebereinstimmung mit allen Lesern an diesen die Bitte richten, er möge die in Aussicht gestellte „Diffraktionstheorie“ nicht nur, sondern auch die monographische Behandlung einzelner optischer Instrumente recht bald folgen lassen. *F. Lippich.*

Physikalisch-chemische Tabellen. Herausgegeben von H. Landolt und R. Börnstein. 2. Aufl. Verlag von Julius Springer, Berlin 1894. M. 24.

Das von der ersten Auflage her überall bekannte Tabellenwerk erscheint jetzt in neuem Gewande und in einem auf das Doppelte gebrachten Umfange. Die beträchtliche Vermehrung des Inhalts ist erzielt worden einmal durch Neuberechnung und Erweiterung der schon früher aufgenommenen Tabellen und dann dadurch, dass eine grosse Menge neuer Konstantenreihen und Reduktionstafeln dem Buche eingefügt ist, von denen besonders hervorgehoben seien die Tabellen über Reduktion des Barometerstandes auf Normalschwere, Siede- und Erstarrungspunkte und Dichte kondensirter Gase, Dichtemaximum von Wasser und Salzlösungen, Reduktion der Siedepunkte auf Normaldruck, Siedetemperatur von Salzlösungen, Geschwindigkeit, Weglänge und Dimensionen der Gasmoleküle, Verbrennungswärme organischer Verbindungen, molekulare elektrische Leitfähigkeit, elektrischer Leitungswiderstand, Dielektrizitätskonstante u. s. w. Dabei sind die Vorzüge der ersten Auflage, insbesondere eine weitgehende Quellenangabe für die aufgenommenen Zahlen überall beibehalten, so dass die „Tabellen“ in ihrer neuen Form als ein Hilfsbuch von hervorragender Bedeutung überall freudig begrüsst werden dürften. Die Vollständigkeit freilich ist noch keine absolute; so sind z. B. die Neutralisations- und Bildungswärmen unberücksichtigt geblieben, deren Aufnahme allerdings den Umfang noch erheblich erweitert haben würde. Zum Schluss sei es gestattet, auf einige Ungleichmässigkeiten in der redaktionellen Behandlung hinzuweisen. S. 473 und 522, sowie anscheinend in allen von Börnstein gezeichneten Tabellen wiederkehrend, findet sich die Schreibweise Quartz, während sonst überall, insbesondere in den von Landolt und H. Traube bearbeiteten Tafeln das Wort in der deutschen Schreibart Quarz aufgenommen ist. S. 522 findet sich einmal das Wort „Spath“, als Abkürzung wohl für Kalkspath, eine sonst nicht übliche Anwendung dieses Wortes. Endlich muss erwähnt werden, dass die Angaben über die Seehöhe der Städte in Tabelle 2 mit der Bemerkung, dass sie sich auf die Schienenhöhe des Hauptbahnhofs beziehen, für Berlin und Leipzig, und wohl noch andere Orte, keine eindeutige ist. *Fm.*

R. S. Heath, Geometrische Optik, übersetzt von R. Kanthack. Berlin 1894. (In Vorbereitung). M. 10,00.

A. Safarik, Ueber Konstruktion von metallischen Teleskopspiegeln nach neuen Grundsätzen. Prag. (Sitzungsb. Ges. d. Wiss.). M. 0,40.

E. Caspari, Untersuchungen über Chronometer und nautische Instrumente. Uebersetzt von E. Gohlke. Bautzen 1893. M. 8,00.

T. Cryer & H. G. Jordan, *Machine construction and mechanical drawing.* 5. Aufl. London 1893. M. 3,30.

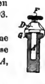
J. Puluj, Ueber einen Phasenindikator und einige mit demselben ausgeführte Messungen. Wien. (Sitzungsber. Akad.) 1893. M. 0,70.

Patentschau.

Vorrichtung zur Parallelführung der Linsenplatten von Ferngläsern. Von J. Aitchison in London. Vom 28. Oktober 1891. No. 67131. Kl. 42.

Zur Parallelführung der Linsenplatten von Ferngläsern, deren Rohre aus flachen zusammenschiebbaren Schraubenfedern *s* gebildet sind, dienen die zu einem Gelenkviereck verbundenen Stangen *d*, deren Gelenkaugen behufs gleichseitiger und regelmässiger Bewegung der Stangen mittels Verzahnung in einander greifen.

Schublehre mit allseitiger Festklemmung des Schiebers. Von J. Rehhein in Itzehoe. Vom 16. August 1892. No. 67193. Kl. 42.



Der Schieber hat die aus der Figur ersichtliche Querschnittform. Ueber seine beiden Nasen *G* ist der Sattel *D* mit der Klemmschraube *F* geschoben. Wird diese angezogen, so findet nicht nur Klemmung an den Schmalseiten des Schublehrenschaftes *A*, sondern wegen der Keilform der Nasen *G* auch an seinen Breitseiten statt.

Bohrknarre. Von U. Perstenderfer in Leipzig. Vom 24. April 1892. No. 67145. Kl. 49.

Die aus einem Stück gebildete und wechselseitig zu verwendende Schaltklinke *D* kann auf dem Halter *B* verschoben werden. Letzterer wird durch eine Spiralfeder beeinflusst, und das sichere Haften der Klinke an dem Halter wird durch in letztere eingelegte Gummiplättchen *k* bewirkt.

Mitnehmer für Drehbänke. Von C. A. Windmüller in Chemnitz. Vom 14. Mai 1892. No. 67150. Kl. 49.





Der Mitnehmer besteht aus zwei Theilen *a* und *b*, welche beide eine geschlitzte V-förmige Aussparung besitzen. Zwischen diesen beiden Aussparungen wird das Werkstück eingespannt, indem der als Kappe ausgebildete Theil *b* über den andern Theil *a* geschoben wird. Letzterer ist an einem Ende mit Schraubengewinde versehen; mittels dieses und der Schraubenmutter *c* werden die beiden Theile *a* und *b* fest uneinander und gegen das Werkstück gezogen.

Vorrichtung zur Aufstellung von Feldstaffeleien und Stativen. Von E. R. Butler in Ueberlingen am Bodensee. Vom 20. August 1892. No. 67194. Kl. 42.

An den Beinen der Staffelei oder des Stativs sind drehbar und verschiebbar zugespitzte Stifte *d* angebracht, die zur besseren Befestigung des Stativs in den Erdboden eingetrieben werden.

Uhr für kurze Zeitmessungen. Von H. Hammarlund in Svängsta, Schweden. Vom 22. April 1892. No. 67116. Kl. 83.

Die Triebfeder einer mittels einer beliebigen Hemmungsvorrichtung geregelten Uhr wird vor jeder Beobachtung mittels einer geraden oder bogenförmigen Zahnstange *E* aufgezogen, worauf ein auf der Triebfederaxe *C* befestigter Zeiger die Drehung der Federaxe anzeigt. Ferner giebt ein Daumen *h*, der an dem mit Reibung auf dieser Axe drehbaren Rade *H* befestigt ist, nach Ablauf eines durch Einstellung des Rades *H* zu bestimmenden Zeitabschnittes ein hörbares Zeichen, indem er mittels des Daumes *J* den Hammer einer Glocke oder dergl. bewegt.

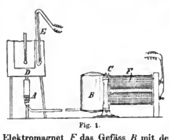


Differential-Dampfspannungsthermometer und Einrichtung zum Fernmelden der Temperatur. (Zus. z. Patent No. 59682.) Von H. Hartl in Reichenberg. Vom 25. Mai 1892. No. 67156. Kl. 42.

Nach dem Hauptpatent befindet sich unter dem im U-förmigen Glasrohr eingeschlossenen Quecksilber einerseits Luft, andererseits eine leicht verdampfbare Flüssigkeit. Diesem gegenüber ist nun insofern eine Aenderung getroffen, als an der Stelle der Luft ebenfalls eine leicht verdampfbare, aber von der im andern Schenkel befindlichen verschiedene Flüssigkeit benutzt wird. Besonders gut eignen sich hierzu Aether und Alkohol.

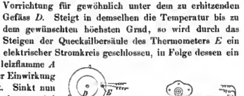
Um beim Transport ein Vermischen der Flüssigkeiten zu verhindern, hat die Thermometerröhre die gezeichnete Form erhalten.

Die Registrirung und Fernmeldung sowie die Anzeige bestimmter Temperaturen geschieht unter Zuhilfenahme sonst bekannter Einrichtungen, wie bewegter, präparirter Papierstreifen, auf denen durch den elektrischen Strom Zeichen hervorgebracht werden, der Wheatstone'schen Brücke in Verbindung mit Mikrophon und Telephon, verstellbarer Kontakte u. s. w.


Fig. 1.

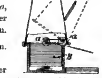
Thermostat. Von H. Husserl in Jägerdorf, Oesterr.-Schlesien. Vom 3. Juli 1892. No. 67244. Kl. 42.

Die Heizflamme A lässt sich in einem Kreisbogen um die senkrechte, in der Nähe ihres Oelbehälters B befindliche Axe C schwingen, verharrt jedoch in Folge besonderer Anordnung des Schwerpunktes der gesammten Vorrichtung für gewöhnlich unter dem zu erhitzenden Gefäss D. Steigt in demselben die Temperatur bis zu dem gewünschten höchsten Grad, so wird durch das Steigen der Quecksilbersäule des Thermometers E ein elektrischer Stromkreis geschlossen, in Folge dessen ein Elektromagnet F das Gefäss B mit der Heizflamme A seitwärts zieht, sodass das Kochgefäss der Einwirkung der Heizflamme nicht mehr ausgesetzt ist. Sinkt nun wieder die Temperatur des Wasserbades D, so wird der elektrische Strom wieder unterbrochen, und die Flamme begiebt sich wieder in ihre Ruhelage unter dem Wasserbade zurück.


Fig. 2.

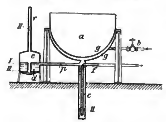
Vorrichtung zum Wechseln der Bilder bei Stereoskopen. Von Falter & Sohn in München. Vom 30. März 1892. No. 67141. Kl. 42.

Die Bilder eines Bilderstapels B, der durch federnde Kraft nach oben gedrückt wird, werden mittels eines Drehknopfes durch Walzen a, federnde Finger oder mittels eines federnd verschiebbaren Hebels oder einer Schubstange der Reihenfolge nach einzeln vom Stapel abgenommen.



Temperaturregler für Dampfkochgefässe. Von E. Clarenbach in Berlin. Vom 26. April 1892. No. 67146. Kl. 42.

Das Dampfkochgefäss a steht durch Rohr p mit den beiden über einander angeordneten Gefässen d und e in Verbindung, während es nach unten hin in das Rohr c ausläuft, welches das Rohr f einschliesst. Bei beginnendem Dampfdruck tritt die im Dampfraum g enthaltene Luft in das Gefäss e, wobei das ursprüngliche Niveau I des kondensirten Wassers bei erlangter Maximalspannung in den Rohren r und c bis zum Niveau II steigt bezw. fällt.



Sobald nun die Dampfspannung durch Drosseln des Dampfeinlassventils b verringert wird, drückt die Wassersäule in r die Luft aus dem Behälter d nach dem Dampfraum zurück, bis schliesslich bei gänzlichem Schliessen des Ventils b der ganze Dampfraum wieder mit Luft gefüllt ist. In den Zwischenstadien wird also der Dampfraum ein Gemisch von Dampf und Luft enthalten, dessen Temperatur von dem Mischungsverhältniss, also direkt von der Einstellung des Ventils b abhängt.

Augenglasgestell mit Schnepperverschluss. Von A. Blau und L. Libal in Budapest. Vom 7. August 1892. No. 67169. Kl. 42.

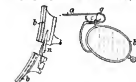
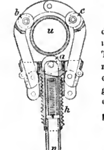


Fig. 1. Fig. 2.

Behufs leichten und raschen Auswechselns der Gläser wird deren Fassung *b* durch einen Schnepper *n* (Fig. 1) zusammengehalten. Bei Zwickern kann das Gestell auch so ausgeführt sein, dass gleichzeitig die Klemmfeder *a* (Fig. 2) leicht auswechselbar ist. Hierzu wird diese Feder mit schnepperartigen, nach einwärts umgebogenen Enden *c* versehen, die beim Einführen in die Oesen *g* und die Hülsen *i* selbthätig einschnappen.

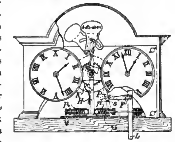


Schnellspannender Rohrschneider. Von H. Carduck in Horst a. d. Ruhr. Vom 6. September 1891. No. 67333. Kl. 49.

Dieser Rohrschneider ist so eingerichtet, dass durch Verschieben der Gewindespindel *h* in ihrer Mutter die Schneiderollen *a b c* dem Rohre *u* möglichst nahe gebracht werden. Diese Spindel hat nur auf dem vierten Theil ihres Umfanges Gewinde, und die Mutter ist entsprechend eingerichtet. Auf diese Weise ist eine rasche Verschiebung in axialer Richtung ermöglicht. Nach dieser Manipulation wird die Spindel in ihrem Muttergewinde gedreht, und schliesslich werden durch Drehung der Schraube *p* die Schneiderollen ganz fest angezogen.

Magazin-Kamera. Von R. Stirn in Berlin. Vom 28. November 1891. No. 66845. Kl. 57.

Das Wechseln der Platten *c*, welche über einander in einem von dem Expositionsraum durch eine oben und unten einen Schlitz lassende Scheidewand *b* abgetheilten Raum gelagert sind, wird durch einen Schieber *g* in der Weise vermittelt, dass durch letzteren die unterste Platte in den Expositionsraum gezogen und hier durch eine Klappe *h* schräg gestellt wird. Durch Einschieben des Schiebers wird die Platte vollständig aufgerichtet und in die Expositionslage gebracht, während gleichzeitig durch einen zweiten, gemeinsam mit dem ersten, uber entgegengesetzt bewegten Schieber *r* die vorher belichtete Platte fortgenommen und oben auf den Plattenstoss gelegt wird.

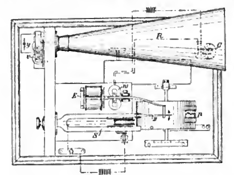


Gesprächszeitmesser für Fernsprechstellen. Von Mix & Genest in Berlin. Vom 30. März 1892. No. 67025. Kl. 21.

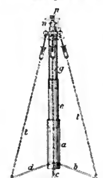
Die Vorrichtung gehört zu derjenigen Art von Gesprächszeitmessern, bei welchen die Dauer der Gespräche durch ein während der Benutzung ausgelöstes Uhrwerk angezeigt wird, dessen Unruhe oder Pendel bei angehängtem Fernhörer durch einen mit dem Umschalthaken verbundenen Fanghaken in der Endstellung des Anschlages festgehalten wird. Die Stange *L* ist mit dem hinteren Ende des Umschalthakens verbunden und senkt sich beim Abnehmen des Fernhörers, sodass der Fanghaken *F* das Pendel *P* freilässt und die Uhr in Gang setzt. Um nun bei abgelaufenem Uhrwerk die Benutzung der Fernsprecheinrichtung zu verhindern, ist der Sperrkegel *K* der Uhrfederwinde auf einem zwischen den Federpuffern *p* und p_1 schwingenden Hebel *H* angeordnet. Der Druck der aufgezogenen Uhrfeder legt den Hebel *H* gegen den Puffer *p*. Wenn jedoch die Uhrfeder nahezu abgelaufen ist, so überwindet die Feder des Puffers *p* den Druck der Uhrfeder und schiebt *H* gegen den Anschlag p_1. Hierdurch wird bei *s* eine Verriegelung der Stange *L* herbeigeführt, sodass bei Abhängen des Fernhörers der Umschalthaken die Sprechverbindung nicht herstellen kann. Die Bewegung des Hebels *H* bewirkt zugleich, wie aus der Figur ersichtlich, das Vorfallen einer Scheibe, die das Zeichen zum Aufziehen giebt und beim Einstecken des Uhrschlüssels wieder in die Ruhelage zurückkehrt.

Elektrischer Zeitverzeichner. Von L. de Lantour Wells in London. Vom 19. Juni 1892. No. 67190. Kl. 42.

Dieser Zeitverzeichner dient zur Messung der Zeit, welche zwischen dem Lichteindruck auf ein beobachtendes Auge und einer von dem Beobachter nach diesem Eindruck auszuführenden Thätigkeit (Druck auf einen Kontaktknopf C) verstreicht. Der Beobachter schaut hier durch das Rohr R auf eine Zeichenscheibe y und führt die fragliche Thätigkeit aus, sobald die geschauten Zeichen verschwinden. Der Apparat besteht aus einer in der Schwingung befindlichen elektromagnetischen Stimmgabel S mit einem über den gleichmässig bewegten Papierstreifen p liegenden Zeichenstift z, einer elektromagnetischen Vorrichtung v und w zur zeitweisen Bewegung einer die Zeichenscheibe y verdeckenden Scheibe und zur gleichzeitigen Einrückung des Zeichenstiftes, sowie aus einem von dem Beobachter beim Eintritt der Verdeckung in Thätigkeit zu setzenden zweiten Elektromagneten E, welcher den Zeichenstift vom Papier wieder abhebt. Auf diese Weise wird die fragliche Zeit in Form von Wellenlinien auf p aufgetragen; das Diagramm lässt sich bekanntermaassen leicht auswerthen.



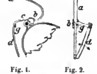
Zusammenlegbares Stativ. Von M. Weyl in Berlin. Vom 25. Februar 1892. No. 67284. Kl. 42.



Die von den Füssen $b\,c\,d$ getragenen, auf einander gesteckten Röhren $a\,e\,g$ werden durch Zugseile t aufrecht erhalten und nehmen eine Röhre auf, die eine verstellbare Schelle mit den Haken für die Zugseile und ein Universalgelenk n trägt, an welchem bei p eine photographische Kamera, ein Messinstrument oder dergl. befestigt wird Beim Zusammenlegen werden die einzelnen Röhren umgekehrt in einander gesteckt.

Klemmer mit beim Oeffnen und Schliessen selbthätig vor- und zurücktretenden Klemmstücken. Von L. E. Marchon in Paris. Vom 21. Mai 1892. No. 67294. Kl. 42.

Wenn der Federbügel a des Klemmers in dem einen oder andern Sinne gebogen wird — beim Oeffnen und Schliessen des Klemmers — dreht sich der Kloben b mit dem daran befestigten Finger c. Dieser bewegt hierbei das gelenkige Glied g, mittels dessen das Klemmstück d (der „Nasenstog") je nach der Bewegungsrichtung entweder in die Flucht der Augengläser oder in die durch Figur 2 veranschaulichte Gebrauchsstellung gerückt wird.


Fig. 1. Fig. 2.

Galvanische Batterie für tragbare elektrische Lampen. Von W. J. Engledue in London. Vom 11. März 1892. No. 67472. Kl. 21.

Elektroden und Erregerflüssigkeit dieser Batterie befinden sich in einer flüssigkeitsdicht abgeschlossenen Zelle. Wenn die Stromstärke gesunken ist, so kann durch Umkehren des Gefässes die Erregungsflüssigkeit mit noch frischen Oberflächen der Elektroden in Berührung gebracht werden, die entsprechend der schwächer gewordenen Flüssigkeit grösser sind, als die vorher wirksamen. Die Stromstärke wird somit wieder auf das frühere Maass gebracht.

Das Gefäss ist mit einem Handgriff versehen, der so angeordnet ist, dass in beiden Stellungen der Schwerpunkt der Batterie unterhalb der in Führungen verschiebbaren Unterstützungspunkte liegt, sodass also ein Umschlagen ausgeschlossen ist.

Für die Werkstatt.

Spannbacke für Schraubstöcke. Mitgetheilt von K. Friedrich.

Zum Einspannen runder Stäbe oder Rohre, die bearbeitet werden sollen, muss man meistens einen besonderen Rohrschraubstock anwenden, weil der gewöhnliche Schraubstock, gegen dessen Backen die genannten Werkstücke nur in Punkten, Linien oder, falls sie elastisch flachgedrückt werden, in sehr kleinen Flächen anliegen, dieselben nicht festzuspannen vermag. Besonders tritt dieser Mangel beim Festspannen runder Körper in schräger Lage — der häufigste Fall — zu Tage, weil hier die Berührungsstelle die kürzeste ist.

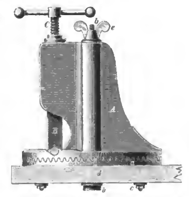
Eine von Wilh. Eisenführ in Berlin, S. 14, in den Handel gebrachte Spannbacke (Fig. 1) verspricht diesem Uebelstande abzuhelfen. Sie ist aus Eisen in der Form der gewöhnlichen Bleibacken hergestellt und hat an ihrer Spannfläche eine Anzahl nach allen möglichen Richtungen hin liegender keilförmiger Nuten, in welche beim Festspannen die runden Körper entsprechend eingelegt werden. Zur Verhütung des Herausspringens der Stücke dürfte eine derartig beschaffene Backe vollkommen genügen. Der Preis für das Paar dieser Backen ist 2,50 Mark.



Fig. 1. Fig. 2.

Eine ähnliche, wenig komplizirtere, aber auch mehr universale Spannbacke (Fig. 2) kündigt Kurt Nube in Offenbach a. M. an. Seine Einrichtung (D. R. P. 61258) besteht aus einer gewöhnlichen eisernen Backe *b* von der Form der erstbeschriebenen, indessen ohne Nuten, und einem mit mehreren, verschieden breiten aber parallelen Nuten versehenen Stück *s*, welches sich um einen in *b* befindlichen, in der Gebrauchslage etwa horizontal stehenden Zapfen dreht. Das Rohr wird in eine entsprechend breite Nut gelegt und kann in jeder beliebigen Neigung festgeklemmt werden.

Drehbarer Rohrschraubstock. *Illustr. Zeitung für Blechindustrie.* **22.** *S. 139. (1893).*



Der nebenstehend abgebildete Rohrschraubstock, als Gebrauchsmuster unter No. 5893 geschützt, wird von der Firma E. Riedl in Augsburg angefertigt und scheint praktisch zu sein, insofern als er auf der gezahnten Grundplatte *a* sich in jede beliebige Stellung bringen lässt und sehr verschiedenartig gebogene Röhren einzuspannen gestattet.

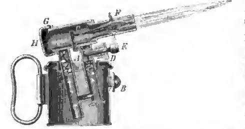
Die Grundplatte *a* ist mittels der Bolzen *c* auf einer Tischplatte *d* befestigt; der Hauptkörper *A* lässt sich mit einer entsprechend gezahnten runden Platte auf *a* aufsetzen und mittels der langen durch *A*, *a* und *d* hindurchreichenden Bolzen *b* und der Flügelmutter *e* festklemmen. Links von *b* ist ein vierkantiger Stempel *B* im Hauptkörper *A* geführt; er lässt sich durch die Schraube *C* auf- und abwärts bewegen. Der Stempel ist unten mit einer keilförmigen Nut versehen, mit der er das zu klemmende Stück Draht oder Rohr in eine gleichartige Nut der oberen gezahnten Platte presst. *K. F.*

Neue Benzinlöthlampe. *Illustr. Zeitung für Blechindustrie.* **22.** *S. 1176. (1893).*

Die neue Benzinlöthlampe der Firma Albert & Lindner in München beruht auf demselben Prinzip wie ähnliche Konstruktionen, hat aber den wesentlichen Vortheil vor ihnen, dass sie in jeder Lage gebraucht werden kann.

Der mit Griff und Sicherheitsventil *B* versehene Behälter hat einen Deckel, in welchen

eine Vertiefung A eingedrückt ist zur Aufnahme von Spiritus zwecks Anheizung der Lampe. Durch die Vertiefung ragen zwei Dochtröhren schräg in den Behälter hinein und leiten die Wärme der Anheizflamme dem Brennstoff zu. Der ganze Behälter ist mit Docht ausgefüllt und dieser mit Benzin getränkt. An den Dochtröhren ist das Brennerrohr F befestigt, in welches die Benzindämpfe aus den Dochtröhren durch die Düse C gelangen; durch die Schraube E kann die Stärke des Dampfstromes geregelt werden. Am hinteren Ende der Brennerröhre ist eine von Schrauben G gehaltene Kappe H so angebracht, dass zwischen dieser und dem Rohr noch ein freier Ring besteht, durch den Luft dem Benzindampfe zuströmen kann; ausserdem sind noch Löcher zur Luftzuführung im vorderen Theile von F angebracht.



Die Temperatur der Lampe soll 1200° C. und ihre Brenndauer je nach Grösse der Lampe $1\frac{1}{4}$ bis $2\frac{1}{4}$ Stunden dauern. *K. F.*

Bohrknarre mit verstellbarem Bohrwinkel. *Illustr. Zeitung für Blechindustrie. 21. S. 841. (1892).*

Die gewöhnlichen Uebelstände der Bohrknarrenwerkzeuge, wie leichte Zerbrechlichkeit der Feder und schlechte Anordnung, die eine Reparatur und den Ersatz einzelner Theile oft gänzlich ausschliesst, scheinen bei der dem Berliner Fabrikanten B. Mädler patentirten Bohrknarre vermieden zu sein.

Das Werkzeug besteht aus vier einzelnen, leicht ersetzbaren Theilen, die durch zwei Schrauben zusammengehalten werden. In die Spindel a der Bohrknarre lässt sich rechts (Fig. 1) eine Spitze verstellbar einschrauben, links wird der Bohrer eingesetzt. In der Mitte der Spindel sind die zur Drehung nothwendigen Sperrzähne eingefräst; zu beiden Seiten derselben sind die Platten b_1 b_2 aufgesetzt, die durch Bolzen d_1 d_2 mit dem Handgriff c derartig verbunden sind,

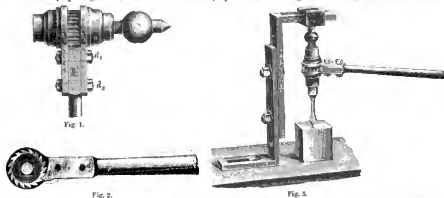


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

dass dieser sich um d_2 (Fig. 2) soweit drehen kann, als es das den Bolzen d_1 umgebende Langloch gestattet; dabei kommt c in die punktirte Lage. Bei Bethätigung der Knarre legt sich nun die Klinke k des Griffes c gegen einen der Sperrzähne und nimmt demgemäss die Spindel und den Bohrer mit; beim Rückgang hebt sich die Klinke aus und wird frei über die Zähne fortbewegt. Die Klinke hat bei dieser Anordnung grosse Festigkeit.

Dem vorbeschriebenen Werkzeug wird ein Bohrgestell (Fig. 3) beigegeben, welches durch verschiedenartige Anordnung seiner beiden Theile eine wohl für alle Zwecke ausreichende Verwendung zulässt und deshalb ebenfalls recht empfehlenswerth erscheint. *K. F.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Prof. Dr. **Abbe** und **H. Haensch.**

Redaktion: Prof. Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XIV. Jahrgang. **Februar 1894.** Zweites Heft.

Der kurvenzeichnende Kontrolpegel, System Seibt-Fuess.[1])

Von

Professor Dr. **Wilhelm Seibt** in Berlin.

Der in Nachstehendem beschriebene und abgebildete selbstthätige Pegel ist nach denselben Grundsätzen gebaut, welche für die Herstellung des in *dieser Zeitschrift 1891. S. 351* und im *Centralblatt der Bauverwaltung 1891 S. 410* abgehandelten Universalpegels, System Seibt-Fuess, die leitenden Gesichtspunkte abgaben. Er ist gewissermaassen als ein von dem letzteren losgelöster Theil anzusehen, der, durch verschiedentliche Neuerungen zu einem selbständigen Ganzen gemacht, für die Aufstellung auf solchen Stationen bestimmt ist, für welche für die Beobachtung der Wasserstände nur das eine Bedürfniss vorliegt, letztere in ihrem wechselnden Verlaufe, aufs schärfste kontrolirt, in einer fortlaufenden Kurve aufgezeichnet zu erhalten.

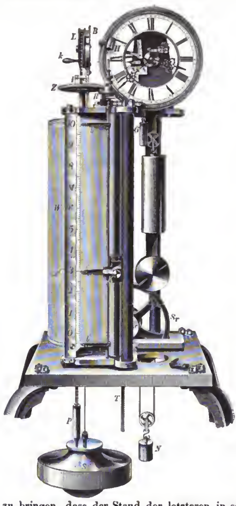
Das zur Lagerung der einzelnen Theile des Apparates erforderliche Gestell wird durch zwei mit einander durch drei Säulen verbundene Platinen gebildet, deren untere mit einer Tischplatte fest verschraubt ist, die auf einem bockartigen, über dem Schachte, Brunnen oder dergl. der Beobachtungsstelle auf gutem Grundmauerwerke aufgestellten Untersatze liegt.

Der aus starkem Kupferbleche gefertigte, auf dem Wasser der Beobachtungsstelle ruhende Schwimmer *S* (vgl. Fig. a. f. S.) hängt an einem um das Schwimmerrad *Sr* geschlungenen und an diesem befestigten 0,6 *mm* dicken Drahte aus Silicium-Bronze, welcher mit Hilfe des Gegengewichtes *N*, dessen Aufhängeschnur um die auf der Axe des Schwimmerrades befestigte Rolle *r* läuft, in Spannung erhalten wird. Die durch den Wasserwechsel bedingte fortwährende Veränderung der Höhenlage des Schwimmers wird auf diese Weise auf das Schwimmerrad und des Weiteren durch das auf der Axe des letzteren befindliche Trieb in einer den örtlichen Verhältnissen der betreffenden Pegelstelle angepassten Verjüngung *v* auf die Zahnstange *T* übertragen, an deren oberem Ende sich der in einer Hülse steckende und mit dieser an einer Schiene gleitende silberne Schreibstift *c* befindet.

Die etwa 0,4 *m* im Umfange haltende, senkrecht stehende Walze *W* erfährt durch ein starkes, auf der oberen Platine des Gestelles angebrachtes Uhrwerk in je acht Tagen eine einmalige Umdrehung, so dass sich ein Punkt ihrer Oberfläche in jeder Stunde um 2 *mm* fortbewegt; sie ist mit präparirtem Papier, sogenanntem *metallic paper* bezogen, auf welchem der gegen dasselbe sanft angefederte Schreibstift *c* die aus seinen in der Lothrechten erfolgenden Auf- und Niederbewegungen und der Axendrehung der Walze sich ergebende Linie, die Wasserstandskurve,

[1]) Aus dem *Centralblatt der Bauverwaltung vom Dezember 1893* vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

aufzeichnet. Zwei weitere, ebenfalls in Hülsen befindliche und durch eine Stange mit einander fest verbundene Silberstifte *b* und *b'*, welche durch das mit einer Schnur an einem am Kopfe der Stange befindlichen Hebel angreifende Gewicht *G* sanft gegen die Walze gedrückt werden, ziehen bei deren Umdrehung in gleich bleibender Entfernung von einander die beiden Festlinien, auf welche die Ausmessung der Wasserstandskurve zu beziehen bleibt.



Der von dem Uhrwerke allmälig gehobene Hammer *H* fällt bei selbstthätig erfolgender Auslösung durch ersteres nach je vier Stunden auf das obere Ende jener federnd gelagerten, die Stifte *b* und *b'* tragenden Stange und drückt diese hierbei um etwa 1 *mm* nach abwärts, wodurch auf dem auf der Walze aufgespannten Papierbogen Zeitmarken erzeugt werden. Beim Rückprall des Hammers *H*, welcher durch eine in der Abbildung nicht sichtbare Feder sofort nach dem Herabfallen bewirkt wird, schnellt die Stange in ihre Normalstellung zurück.

Der genau der Verjüngung der Aufzeichnungen entsprechend getheilte Maassstab *M* ist um seine Längsaxe in Zapfen drehbar, die in der oberen und unteren Platine des Gestelles ihre Führung finden. Mit der abgeschrägten Theilungskante ist derselbe so nahe an die Walze und die drei in einer Senkrechten schreibenden Stifte *c*, *b* und *b'* zu bringen, dass der Stand der letzteren in schärfster Weise an der Theilung des Maassstabes abgelesen werden kann.

Die zur Prüfung der jeweilig richtigen Stellung des Schreibstiftes *c* vorhandene Lothvorrichtung *L* ist auf der oberen Platine des Gestelles an einem bockartigen Aufsatze befestigt. Sie besteht aus einer durch die Kurbel *k* um ihre Axe zu drehenden und in ihrer Bewegung mit Hilfe des gegen sie seitlich und federnd drückenden Bremshebels *B* anzuhaltenden Rolle, auf welche ein stählernes Bandmaass aufgewickelt ist; letzteres wird durch das Gewicht *P* in Spannung erhalten, schiebt sich bei seiner Auf- und Abwicklung am Index *i*

vorbei und ist lang genug, um das an seinem unteren Ende befestigte Gewicht P bis auf die Tellerplatte des Schwimmers bei jeder Lage des letzteren herablassen zu können.

Konzentrisch zu der Stange für die Stifte b und b' ist mit strenger Reibung die geränderte Scheibe R gelagert, durch deren Drehung beide Stifte zugleich von der Walze abgehoben und zurückgehalten werden können. Auch der Schreibstift c ist leicht von der Walze abzuheben und in der hierbei durch Einschnappen einer Feder gekennzeichneten Stellung zu erhalten, so dass nach Vornahme dieser Handhabungen und nach ebenfalls erfolgter, durch Axendrehung des Maassstabes M bewirkter Abhebung des letzteren von der Walze, sowie nach vorgenommener Oeffnung des am oberen Zapfen der letzteren vorhandenen Verschlussriegels die behufs Aufspannens eines neuen Papierbogens erforderliche Herausnahme der Walze aus ihrem Lager mit Leichtigkeit und ohne Gefahr zu laufen, einem feinen Theile des Apparates zu nahe zu kommen, ausgeführt werden kann. Das Aufspannen eines neuen Bogens auf die Walze geschieht unter Zuhilfenahme eines hölzernen Bockes mit zylinderförmigem Lager, in welch' letzteres zuerst der durch Beschneiden auf die erforderliche Grösse gebrachte Papierbogen, und dann die Walze eingelegt wird. Nach Anschmiegen des Bogens an die Walze durch Glattstreichen mit der Hand wird derselbe mittels eines federnden Lineals, welches die beiden Papierkanten der ganzen Länge der Walze nach an diese andrückt, befestigt.

Nach erfolgtem Einsetzen der mit dem Papierbogen bespannten Walze sind durch Drehen der Scheibe R die beiden Stifte b und b', und durch Auslösen der bezüglichen Feder auch der Stift c schreibfertig zu machen, wobei die beiden Stifte b und b' auf die äussersten Theilstriche des ebenfalls auf die Walze zurückgedrehten Maassstabes M einstehen müssen.

Zur Prüfung der dem jeweiligen Wasserstande entsprechenden richtigen Stellung des Stiftes c ist nun die Lothvorrichtung L in Anwendung zu bringen.

Die Einwirkung des Gewichtes N, welches den Schwimmerdraht in Spannung erhält, hat eine bestimmte, unveränderliche Einsinktiefe des Schwimmers bei jeder Lage desselben zur Folge, so dass auch die Tellerplatte des Schwimmers, auf welche das Spanngewicht P der Lothvorrichtung L beim Abkurbeln des Bandmaasses mit seinem unteren Ende aufstösst, sich stets in einer sich gleich bleibenden, vor Aufstellung des Apparates leicht und genau bestimmbaren Entfernung vom Wasserspiegel befindet. Setzen wir diese Entfernung $= h'$ und die Länge des Gewichtes P von seiner Spitze bis zu seiner oberen Kante $= h''$, nehmen wir ferner an, dass die Höhe des Index i der Lothvorrichtung über dem Nullpunkte des Apparates, auf welchen die Wasserstandsaufzeichnungen desselben bezogen werden sollen, durch Ausführung eines Nivellements $= h$ gefunden wurde, dann muss, wenn das Gewicht P auf dem Bandmaasse derartig festgeklemmt wurde, dass die Oberkante desselben genau auf den Theilstrich $h - (h' + h'')$ einspielt, im Augenblicke des in feinfühligster Weise an der Kurbel k bemerkbar werdenden Aufstossens des Gewichtes P auf die Tellerplatte des Schwimmers am Index i derjenige Theilstrich des Bandmaasses einstehen, welcher der augenblicklichen Höhe des Wasserstandes über dem angenommenen, durch h bestimmten[1]) Nullpunkte entspricht.

[1]) Um dieses h, wie es das innere Wesen der Lothvorrichtung nothwendig macht, als Festwerth ansehen zu können, ist die mit dem Index i versehene Platte nach Lösen der betref-



Der Maassunterschied, welcher sich hierbei zwischen der Ablesung am Index i und derjenigen am Maassstabe M für die jeweilige Stellung des Schreibstiftes c herausstellt, ist durch Drehen des der Feineinstellung des letzteren dienenden, auf einen Exzenter wirkenden Berichtigungsknopfes K zu beseitigen. Beim erstmaligen Einrichten des Apparates, oder auch in dem Falle, dass man den Papierbogen bei wenig veränderlichem Wasserstande länger als acht Tage auf der Walze lassen will [1]), sind zur Ermöglichung grösserer, mit Hilfe des Knopfes K nicht mehr ausführbarer Verschiebungen des Schreibstiftes c die beiden Schrauben zu lösen, welche das Schwimmerrad und die Rolle für das Gegengewicht N mit ihrer gemeinschaftlichen Axe verbinden, worauf letztere frei gedreht, und der Schreibstift c durch Vermittlung des Triebes und der Zahnstange ohne weiteres in jeder beliebigen Höhe auf die Theilung des Maassstabes M eingestellt werden kann.

Nach so erfolgter Berichtigung der Stellung des Schreibstiftes c muss derselbe in dem Augenblicke, in welchem der Wasserstand mit dem h Meter unter dem Index i liegenden Nullpunkte des Apparates übereinstimmt, auf den mit Null bezeichneten, um die Grösse a über dem Stifte b' liegenden Theilstrich des Maassstabes M einstehen.

Das Maass, um welches nun die Entfernung der beiden Festlinien nach erfolgter Abnahme des mit der Wasserstandskurve versehenen Papierbogens von der Entfernung e der beiden Stifte abweicht, liefert in proportionaler Vertheilung auf die bezügliche, vom Bogen abgegriffene Ordinate den Werth zur Verbesserung der letzteren hinsichtlich des Einflusses der Einschrumpfung, welche der Papierbogen an der nachgemessenen Stelle seit der Aufzeichnung des betreffenden Wasserstandes zu erleiden hatte.

Verstehen wir nämlich unter O' und O die in Metern abgegriffenen und auf die von b' und b gezeichneten Festlinien bezogenen Ordinaten, und wird der dann für die Einschrumpfung sich ergebende Werth $e - (O' + O) = d$ gesetzt, so findet sich der aus der Ordinate O' abgeleitete, auf den vorhin gekennzeichneten Nullpunkt des Apparates bezogene Wasserstand Wa in Metern aus der Gleichung:

$$Wa = vO' \frac{e}{e - d} - va.$$

Der mittlere auf den Nullpunkt des Apparates bezogene Wasserstand MWa in Metern für die, einem bestimmten Zeitraume entsprechende, von b' bezw. b gelieferte Abszisse x ergiebt sich dann, wenn mit Hilfe des Planimeters die beiden von der Wasserstandskurve begrenzten bezüglichen Wasserstandsflächen $= F'$ und F erhalten wurden, und wenn wir jetzt $ex - (F' + F) = D$ setzen, aus der Gleichung:

$$MWa = vF' \frac{e}{ex - D} - va.^{2})$$

fenden Schrauben gegebenen Falles um dasjenige Maass nach oben oder unten zu verschieben, welches der durch Ausführung eines Revisionsnivellements etwa nachgewiesenen Verschiebung des Index i aus seiner normalen Lage entspricht.

[1]) Um bei wiederholter Drehung der Walze einem Zusammenfallen der Festlinien vorzubeugen, ist die Walze mit Hilfe ihres unteren, zur Schraube ausgebildeten Stützlagers in der Richtung ihrer Längsaxe um mehrere Millimeter zu verschieben.

[2]) Der Anwendung von Papierbögen, auf welche ein dem Verjüngungsmechanismus des Apparates und der Drehgeschwindigkeit seiner Walze entsprechendes Liniennetz behufs Ermöglichung einer unmittelbaren Ablesung der Beobachtungen vorgedruckt ist, stünde in der Einrichtung des Apparates an sich nichts im Wege. Es muss vor ihr aber dringend gewarnt werden, weil die nicht in der oben gedachten Weise unschädlich gemachten Formänderungen,



Für die Anwendung beider Gleichungen empfiehlt sich die Anfertigung von Tafeln mit den Eingängen für O' und d, bezw. für F' und D. —

Der kurvenzeichnende Kontrolpegel kann erwünschten Falls ohne Schwierigkeiten mit einem Zeigerwerke verbunden, sowie auch mit Hilfe des dem Eingangs erwähnten selbstthätigen Universalpegel, System Seibt-Fuess, eigenthümlichen Pendelwerkes, je nach Bedarf für Fernbeobachtungen der Wasserstände — sei es durch elektrische Zeit- oder Schallsignale, sei es durch Einstechen von Punkten auf elektrischem Wege — eingerichtet werden.

Zum Schutze des Apparates, der mit einem zum Zwecke seiner Bedienung auf zwei Seiten zu öffnenden Glaskasten überdeckt ist, empfiehlt sich die Einrichtung eines am besten aus Wellblech hergestellten Häuschens von etwa 2 *m* im Geviert Grundfläche und etwa 2,5 *m* Höhe; auch können bei den verhältnissmässig geringen Abmessungen des Apparates für seine Unterbringung unter Umständen gusseiserne oder in Steinbau ausgeführte Gehäuse in Anwendung gebracht werden.

Es erübrigt noch zu erwähnen, dass der dem Feinmechaniker Herrn R. Fuess und dem Verfasser in seiner Kontrolvorrichtung patentamtlich geschützte Apparat von dem Erstgenannten bereits vielfach, und zwar zum Theil im Auftrage der preussischen Wasserbauverwaltung, zum Theil im Auftrage des preussischen Geodätischen Instituts hergestellt worden ist.

Fein-Nivellirinstrument, System Seibt-Breithaupt.[1]

Von

Professor Dr. **Wilhelm Seibt** in Berlin.

Das seit dem Jahre 1877 von mir befolgte und im Bureau für die Hauptnivellements und Wasserstandsbeobachtungen im preussischen Ministerium der öffentlichen Arbeiten ausschliesslich in Anwendung kommende Nivellirverfahren, welches im wesentlichen durch Einstellung des Fadenkreuzes auf die Mitte der Theilungsfelder zweier in gleicher Entfernung vom Instrumente aufgestellten Wendelatten unter gleichzeitiger Ablesung der Libelle an beiden Blasen-Enden gekennzeichnet ist, war die Veranlassung zum Bau des im Folgenden beschriebenen und abgebildeten, theodolitartig hergestellten Fein-Nivellirinstruments.

Das Fernrohr F (vgl. Fig. a. f. S.) von 40 *mm* Oeffnung hat zwei auswechselbare, mit Reichenbach'schem Distanzmesser versehene Okulare von dreissig- bezw. vierzigmaliger Vergrösserung. Das Fernrohr liegt übereinstimmend mit dem „Breithaupt'schen Präzisions-Nivellirinstrument" mittels einer Stahlschneide und einem Schraubenkopf auf den eine genaue Ebene bildenden Oberflächen der beiden gehärteten Stahlplatten P und P_1 des Trägers T und kann zum Zwecke der Berichtigung in seinem am Träger T befindlichen gabelförmigen Lager umgelegt werden.

---

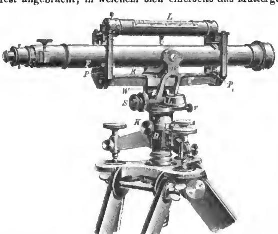
welche der Papierbogen in Folge seiner hygroskopischen Eigenschaft zu erleiden hat und die nach meinen Erfahrungen für das halbe Meter desselben bis zu etwa fünf Millimetern in linearem Sinne anwachsen können, mit Rücksicht auf die Verjüngung, in welcher die Aufzeichnungen erfolgen, Ungenauigkeiten in letztere bringen würden, welche die aus dem Mechanismus des Apparates entspringenden Fehler bei weitem übertreffen und unter Umständen zu einer völligen Entstellung des für den Wasserwechsel erhaltenen Bildes führen müssten.

[1]) Aus dem *Centralblatt der Bauverwaltung vom 6. Dezember 1893* vom Herrn Verfasser mitgetheilt.



Die Röhrenlibelle L, deren Empfindlichkeit etwa 5″ für den Theilstrich = 1 Par. Linie beträgt, ruht mit stählernen Platten, deren Auflageflächen ebenfalls eine genaue Ebene bilden, auf einer zweiten, der ersterwähnten parallelen Schneide und einem zweiten Schraubenkopfe des Fernrohrs F.

Mit dem Träger T fest verbunden ist ein das Fernrohr mit Spielraum umgebendes Stück R, welches oben zwei, eine waagerechte Drehaxe bildende Stahlzapfen Z besitzt. Mit Hilfe der letzteren ist der Träger T mit dem Fernrohre F und der Libelle L in dem Trägerbocke B, mit welchem die doppelkonische stählerne lothrechte Axe des Instruments unverrückbar verschraubt ist, in der Lothrechten drehbar gelagert. Nach unten zu ist an dem Träger T ein Doppelwinkel W fest angebracht, in welchem sich einerseits das Muttergewinde für die Mikrometerschraube S, und andererseits eine der letzteren entgegenwirkende Spiralfeder befindet. Die Mikrometerschraube S drückt gegen den Trägerbock B und gestattet, die berichtigte Sehlinie des Fernrohrs, welche in einer Ebene mit der waagerechten Drehaxe der Zapfen Z liegt, auf einen bestimmten Theilpunkt der Nivellirlatte so einzustellen, dass die Drehung der Sehlinie in der Lothebene stets um denselben mathematischen Punkt, und zwar den Schnittpunkt der Mittellinie der stählernen Lothaxe des Instruments mit der Sehaxe des Fernrohrs stattfindet.



Die an dem Schafte der Mikrometerschraube S angebrachte, um ersteren saugend drehbare Trommel ist mit einem Nullstriche versehen und schiebt sich an einem festen Index vorbei; einer in der Abbildung überflüssigerweise angedeuteten Theilung bedarf sie nicht, indem die Messung der Höhenwinkel, wie schon eingangs gesagt, ausschliesslich durch Ablesen der Libelle L an ihren beiden Blasen-Enden zu erfolgen hat. Die mit dem Trägerbocke B vereinte, vorhin erwähnte stählerne Lothaxe dreht sich in einer ihr entsprechend geformten Buchse, die, mit ihrem äusseren Kegel in die Buchse des dauernd auf dem Stativ verbleibenden Dreifusses D geschoben, in diesem durch die Ringklemme K festgehalten wird. Eine Feindrehung des Fernrohrs in der Waagerechten kann nach erfolgter Klemmung der Lothaxe durch die Schraube r mit Hilfe einer geeignet gelagerten, in der Abbildung nicht sichtbaren Mikrometerschraube vorgenommen werden.

Die Berichtigung dieses den Herren F. W. Breithaupt & Sohn in Kassel und dem Verfasser patentamtlich geschützten Fein-Nivellirinstruments ist, nach erfolgter allgemeiner Einwägung desselben mit Hilfe der beiden Dosenlibellen l und l_1, in nachstehender Weise vorzunehmen:

1) Herstellung des Parallelismus zwischen der Axe der Libelle L und der durch ihre beiden Auflageflächen gebildeten Ebene durch Umlegen der in zwei

zu einander rechtwinkligen Lagen zum Einspielen gebrachten Libelle L auf dem über einer der drei Schrauben des Dreifusses liegenden und mit Hilfe der Schraube r geklemmten Fernrohre, unter Beseitigung des Ausschlags der Blase zur Hälfte durch die in der Fassung der Libelle L vorhandenen Korrektionsschrauben und zur Hälfte durch die Mikrometerschraube S.

2) Herstellung des Parallelismus zwischen der nach 1) berichtigten Libellenaxe und der mechanischen Axe des Fernrohrs durch Umlegen des letzteren in waagerechtem Sinne, unter Beseitigung des Ausschlags der Blase der auf dem Fernrohre verbleibenden Libelle L zur Hälfte durch Drehung des dem Okular zunächst gelegenen Auflage-Schraubenkopfes des Fernrohrs und zur Hälfte durch Drehung der Mikrometerschraube S.

3) Herstellung des Parallelismus oder vielmehr des Zusammenfallens der optischen Axe mit der berichtigten mechanischen Axe des Fernrohrs durch Umlegen des von der Libelle L befreiten Fernrohrs um 180° um die mechanische Axe, unter sinngemässer Verschiebung des Fadenkreuzes mit Hilfe der bezüglichen am Okulare befindlichen Korrektionsschrauben, entsprechend der Hälfte des in beiden Fernrohrlagen an der in einer Entfernung von etwa 80 *m* aufgestellten Latte abgelesenen Maasstheiles.

4) Herstellung der rechtwinkligen Lage der Lothaxe zu dem nach 1) bis 3) berichtigten parallelen Liniensysteme durch Drehung des Fernrohrs, nach vorheriger Lösung der Schraube r, um die Lothaxe des Instruments um 180°, unter Beseitigung des Ausschlags der Blase der Libelle L zur Hälfte mittels der Mikrometerschraube S und zur Hälfte mittels der betreffenden Schraube des Dreifusses.

5) Einstellung der Nulllinie der Mikrometerschraube S auf den am Trägerbocke B des Instruments befindlichen Index durch Drehen der Trommel bei unverändert bleibender, durch die nach 1) bis 4) vorgenommenen Berichtigungen bedingter Stellung der Mikrometerschraube S.

6) Der bei einer demnächst vorzunehmenden Vierteldrehung des Fernrohrs um die Lothaxe sich etwa zeigende Ausschlag der Blase der Libelle L bleibt unter ausschliesslicher Anwendung einer der beiden Dreifussschrauben, über welchen das Fernrohr jetzt liegt, zu beseitigen, worauf endlich die Berichtigung der Dosenlibellen l_1 und l des Instruments bezw. des Dreifusses unter Anwendung der bezüglichen, an ersteren vorhandenen Korrektionsschrauben zu erfolgen hat.

Eine Wiederholung der vorstehend unter 1) bis 6) beschriebenen Handhabungen behufs einer thunlichst vollkommenen Berichtigung des Instruments wird bei der einwandfreien Ausführung, in welcher letzteres aus dem Breithauptschen mathematisch-mechanischen Institute hervorgeht, nur in vereinzelten Fällen nothwendig werden. —

Beim Gebrauche des Instruments ist dasselbe in den durch Einstellung der Blase der Dosenlibelle l richtig gelagerten Dreifuss mit der die Lothaxe umgebenden Buchse einzusetzen und mit Hilfe der Ringklemme K mit dem Dreifusse unverrückbar zu verbinden.

Demnächst ist die Dosenlibelle l_1 des Instruments, und dann die Röhrenlibelle L mit Hilfe der Dreifussschrauben zum Einspielen zu bringen, wobei darauf zu achten bleibt, dass sich die Mikrometerschraube S mit ihrer Trommel in der Normalstellung befindet. Hierauf hat eine waagerechte Drehung des Fernrohrs um 90°, und dann aufs Neue eine Einstellung der Röhrenlibelle L mit Hilfe einer hierzu geeignet liegenden Dreifussschraube stattzufinden. Eine nochmalige Drehung



um 90° dient endlich zur Versicherung der erzielten genauen Einwägung des nun für die Ausführung der Beobachtungen nach dem eingangs erwähnten Einstellverfahren ausreichend vorbereiteten Instruments.

Apparat zur Demonstration der Ampère'schen Versuche.

Von
Dr. **Aug. Raps**, Privatdozent der Physik an der Universität Berlin.

Jeder, der sich mit der Demonstration der Ampère'schen Versuche beschäftigt hat, wird die Unannehmlichkeiten erfahren haben, welche die Anwendung

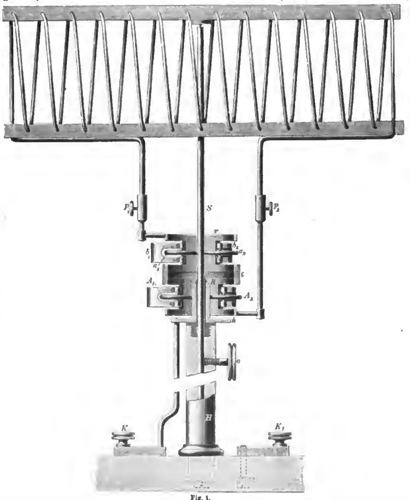


Fig. 1.

von Quecksilber hierbei mit sich bringt. Will man für ausgedehnte Auditorien grössere Apparate und in Folge dessen stärkere Ströme verwenden, so machen sich

diese Uebelstände in noch höherem Maasse bemerkbar. Ich stellte mir daher die Frage, ob es nicht möglich sei, Apparate zur Demonstration der Ampère'schen Versuche herzustellen, bei welchen der Gebrauch des Quecksilbers vollständig vermieden ist und fand die im Nachfolgenden beschriebene Anordnung recht brauchbar.

Fig. 1 u. 2 (theilweise durchschnitten) zeigen die Stromzuführung.[1]) Jeder der beiden Kontakte, welche den Strom in die beweglichen Theile hinein- bezw. aus denselben ableiten, besteht aus drei Rollen, welche zwischen Spitzen[2]) laufen und durch sehr elastische Stahlfedern an Kontaktzylinder angedrückt werden. Die Anordnung der Rollen zeigt Fig. 2 in Oberansicht. Die drei Rollen $a_1\, a_2\, a_3$ sind, sehr leicht drehbar, in den Federn $b_1 b_2 b_3$ gelagert, welche ihrerseits an dem Ringe r befestigt sind. Durch einen Ring ς aus isolirendem Material (Fig. 1) ist Ring r mit dem Ringe R verbunden, welcher ebenfalls drei Rollen $A_1 A_2 A_3$ mit Federverbindungen trägt. Der Strom tritt nun durch die

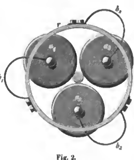


Fig. 2.

Klemme K ein, geht durch die Hülse h, welche von dem Körper des Halters H mittels einer Hülse aus Ebonit getrennt ist, in die Rollen $A_1 A_2 A_3$ und in den Ring R. Von dort aus durchläuft er den beweglichen Stromleiter beliebiger Form, durchfliesst den Ring r, die Rollen $a_1\, a_2\, a_3$ und geht durch die Klemme K_1 zur Stromquelle zurück. Der bewegliche Stromleiter spielt, wie Fig. 1 u. 3 zeigt, mittels einer Nadel auf einem Achathütchen, welches an dem oberen Ende der Stahlstange S eingelassen ist. Hierdurch wird das ganze Gewicht des beweglichen Leiters getragen. Die Führung in der Vertikalaxe am unteren Theile des beweglichen Leiters besorgen die Rollensysteme, welche gleichzeitig den Strom zuführen. Auf diese Weise ist eine so geringe Reibung des beweglichen Leiters erzielt, dass er durch den geringsten Luftzug in Bewegung gesetzt wird. Zu bemerken ist

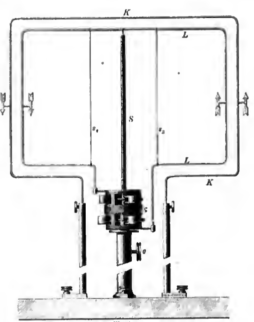


Fig. 3.

noch, dass der Durchmesser der Rollen gross gewählt werden muss im Vergleiche zu den Zylindern, auf welchen sie sich abwälzen.

[1]) Die Stromzuführung ist in Fig. 1 der besseren Uebersichtlichkeit halber den anderen Theilen gegenüber zu gross gezeichnet.

[2]) Wahrscheinlich würde eine Führung in dünnen Zapfen noch besser sein.

Die Dimensionen des ganzen Apparates sind recht gross gewählt, damit derselbe von allen Plätzen eines grossen Auditoriums noch gut sichtbar ist. Wegen ihrer Grösse mussten die beweglichen Theile aus recht leichtem Materiale hergestellt werden, damit ihr Trägheitsmoment nicht allzu gross wurde. Fig. 3 zeigt die Anordnung des Apparates, welcher die Wirkung zwischen parallelen und gekreuzten Strömen demonstriren soll. Der Kupferleiter K ist fest, der Aluminiumleiter L in der eben beschriebenen Weise drehbar gelagert. Damit das immerhin nicht kleine Gewicht des Rollensystems den dünnen Rahmen nicht deformiren kann, sind zwei Fäden s_1 s_2 zwischen dem oberen und den beiden unteren Horizontaldrähten des beweglichen Leiters ausgespannt. Drehbare Pfeile zeigen die Richtung der die Leiter durchfliessenden Ströme an.

Auch andere Ampère'sche Versuche lassen sich mit demselben Apparate und demselben Rollensysteme ausführen. Der bewegliche Leiter kann nach Lösung der beiden Schrauben p_1 p_2 (Fig. 1) herausgenommen und durch einen anderen ersetzt werden. Etwaige Höhendifferenzen werden durch Verschiebung des Stahlstabes S, welcher durch die Schraube o festgehalten wird, ausgeglichen. Die Dimensionen des Solenoids (Fig. 1) sind die folgenden: Durchmesser 16 *cm*, Länge 44 *cm*, Anzahl der Windungen 75, Durchmesser des Aluminiumdrahtes 1,7 *mm*. Dieses Solenoid stellt sich bei einer Stromstärke von 6 *Ampère* sicher in den magnetischen Meridian ein.

Es ist wohl anzunehmen, dass die meisten Apparate, welche Wechselwirkungen zwischen Strömen und Magneten demonstriren sollen, sich auf ähnliche Weise umändern lassen, so dass der lästige Gebrauch des Quecksilbers hierbei in Fortfall kommen kann.

Berlin, Physikalisches Institut der Universität, Ostern 93.

Ueber eine Waagenjustirmaschine.

Von

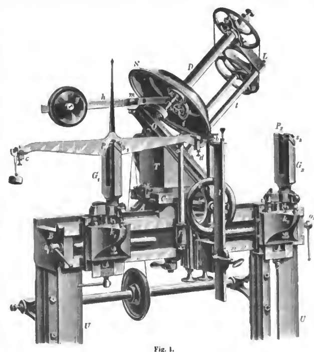
Mechaniker **H. Hasemann** in Berlin.

Unter den Konstruktionsbedingungen für die Waage ist besonders schwierig diejenige zu erfüllen, welche verlangt, dass die Schneiden für die Schalen sowohl untereinander, als auch mit der Mittelschneide parallel und in derselben Ebene liegen und gleichweit von der Mittelschneide entfernt sind. Vielfach ist in dieser Zeitschrift (vgl. das Generalregister) die Erfüllung dieser Bedingungen diskutirt worden. Wurde auf der einen Seite den Fehlerquellen Rechnung getragen, welche die zur Erfüllung der Grundbedingungen konstruirten Justirvorrichtungen in sich schliessen, so konnte man andererseits der sogleich bei der Arbeit erfolgenden Justirung der Schneiden, vorausgesetzt, dass sie eine vollkommene ist, nur die Veränderung in ihrer Lage durch Verbiegung des Waagebalkens entgegenhalten. Bleibende Veränderungen aber sind, abgesehen von gewaltsamen Eingriffen, durch zweckmässige Konstruktion des Waagebalkens zu vermeiden, was durch viele in dieser Beziehung vortreffliche Waagen bestätigt ist; die durch die Arbeit erfolgende Justirung der Schneiden ist also mindestens gleichwerthig mit der durch besondere Vorrichtungen nachträglich ausgeführten Justirung, stets vorausgesetzt, dass heide gleiche Genauigkeit erreichen lassen. Berücksichtigt man schliesslich die Erfahrung, dass einfache Konstruktionen weniger leicht dem Eintreten von Fehlern ausgesetzt sind, so wird man der ersteren Methode den Vorzug geben.

Die hier zu beschreibende Waagenjustirmaschine verfolgt den Zweck, die mit dem Waagebalken starr verbundenen Endschneiden so zu schleifen, dass sie parallel zu der bereits eingesetzten, fertig bearbeiteten Mittelschneide sind und gleiche Entfernung von ihr haben. Die Erfüllung der dritten Bedingung ist bei dieser Maschine nicht vorgesehen.

Die Waagenjustirmaschine zerfällt hauptsächlich in drei Theile: die Schleifeinrichtung, die Lagerungen für die Waagebalken und die Anschläge für die Endschneiden. Sämmtliche Theile sind verhältnissmässig komplizirter Konstruktion, da sie in jedem Sinne korrigirbar sein müssen, und bauen sich auf einem gemeinsamen Bett auf.

Das Bett B ruht auf einem Untergestell U, welches einer englischen Arbeitsmaschine nachgebildet ist und die Form eines Drehbankgestelles hat, aber höher als dieses ist. Das Bett hat die Form der bekannten Drehbankwangen, nämlich ein Führungsprisma und gegenüberliegend eine Gleitfläche, trägt aber ausserdem eine Schwalbenschwanzführung, welche in ihrer Längsrichtung parallel zur ersteren, in der Querrichtung rechtwinklig dazu gerichtet ist. Diese Führung soll im Folgenden die seitliche heissen, während das erstgenannte Bett diese Bezeichnung behalten soll.


Fig. 1.

Die Schleifeinrichtung ruht mittels eines Schlittens A verschiebbar auf dem Bett; der Schlitten trägt einen zu seiner eigenen Verschiebungsrichtung rechtwinklig gehenden Support C, auf dessen horizontaler Oberfläche der Träger T der Schleifscheibe S und ihrer Axe drehbar aufgelagert ist; mittels einer Stellvorrichtung bekannter Art lässt sich dem Träger eine drehende Feinbewegung in horizontalem Sinne ertheilen.

Die gusseiserne Schleifscheibe S steht mit ihrer schleifenden, ebenen Stirnfläche unter einem Winkel von etwa 45° zur Horizontalen; deshalb hat der Träger T die Form eines Prismas von rechtwinklig dreieckigem Querschnitt, das mit einer Kathetenfläche auf dem Support C aufruht und dessen durch eine Platte O verlängerte Hypotenusenfläche das Lagergestell L für die Schleifscheibe

trägt. Das Gestell L steht mit drei Säulen t, von denen zwei in der Figur durch die Axe D der Schleifscheibe und durch die sichtbare Säule t verdeckt sind, auf der Platte O auf und ist oben durch die in der ersichtlichen Weise durchbrochene Platte abgeschlossen. Die Axe der Scheibe S ist zwischen Spitzen gelagert, von denen die obere in einem Dreischraubenfutter v justirbar ist, und kann durch eine in L eingesetzte Stellschraube sicher gestellt werden. Die Bewegung wird auf die Schleifscheibe mittels mehrerer Schnurscheiben von einem Stufenrade übertragen, welches auf einer am Maschinengestell angebrachten langen Welle verschiebbar aufgesetzt ist.

Um nicht das ganze Gewicht der Scheibe S auf die in der Platte O gelagerte untere Spitze wirken zu lassen, ist eine Entlastungsvorrichtung angebracht; sie besteht aus einer an der Platte O gelagerten Axe m, welche einerseits den Hebelarm h mit dem Gegengewicht g trägt und andererseits in einer Verlängerung von h ausläuft, die am letzten Ende nach unten gekröpft und gabelförmig geformt ist und als Lager für eine konische Gleitrolle i dient, welche sich mit dem Gewichtsdrucke von g gegen einen entsprechend konischen Ansatz im Innern der Scheibe S anlegt und die Scheibe in ihrem Schwerpunkt unterstützt.

Die Lagerungen für den Waagebalken beim Schleifen sind derartig eingerichtet, dass die Bearbeitung vor sich gehen kann, ohne den Balken in anderer Art oder höherem Maasse zu belasten als beim Gebrauch der Waage selbst. Sie ruhen auf Schlitten p, welche auf der seitlichen Führung mittels der Supportschrauben o_1 und o_2 verschoben werden können und rechtwinklig zu dieser Verschiebungsrichtung eine zweite Schlittenführung haben, mittels deren sich die Konsole k_1 und k_2 vertikal verschieben lassen. Auf diesen Konsolen sind Dreifüsse justirbar mittels Stengelhaken befestigt und auf ihnen stehen stimmgabelförmige Ständer G_1 und G_2, welche die Lagerpfannen P_1 und P_2 für die Mittelschneide des zu schleifenden Waagebalkens tragen. Sie sind aus gehärteten Stahlplatten gebildet, denen parallelepipedische Stahlklötzchen s_1 und s_2 aufgesetzt sind, so dass sie sich in Linien schneiden, welche durch die beschriebenen Justirvorrichtungen in jeder Hinsicht gerichtet werden können.

Die Anschläge zur Begrenzung der Schleifarbeit und Erreichung der Gleicharmigkeit der Balken bestehen aus zwei an jedem Balkenende angeschraubten Zwingen c und d mit Anschlagschrauben und zwei als Anschläge dienenden Tischchen a und b. Diese letzteren ruhen auf Säulen und sind zu diesen durch drei Stellschrauben justirbar; die Säulen lassen sich durch Supports f, in welche sie eingeschraubt sind, vertikal verschieben und diese wiederum sind an einem Schlitten angebracht, der horizontal auf der seitlichen Führung verschoben werden kann. Das in einer Schraubzwinge drehbare und verschiebbare Lineal l trägt am obersten Ende einen festklemmbaren Stift, der lediglich zur Aufnahme des beim Schleifen auftretenden seitlichen Druckes gegen den Waagebalken angestellt ist.

Justirung der Maschine. Nachdem die Axe D der Schleifscheibe mittels des Dreischraubenfutters v genau laufend ausgerichtet ist, wird die Schleifebene der Scheibe S mittels der Feinstellvorrichtung an T parallel zur Verschiebungsrichtung des Supports C gerichtet; die Parallelstellung ist nöthig, damit die Scheibe beim Schleifen der Schneiden durch das Handrad e hin- und herbewegt werden kann, um das Einschleifen von Ringen zu vermeiden. Hiernach werden die Ständer G so gerichtet, dass die Stahlplatten P_1 und P_2 der Lagerpfannen parallel zur Schleifebene

und die Schnittlinien zwischen P_1 und s_1, bzw. P_2 und s_2 horizontal stehen. Die Parallelstellung von P_1 nnd P_2 zu S wird sehr empfindlich dadurch kontrolirt, dass man an S einen Fühler hefestigt, der P_1, hzw. P_2, sohald P_2 in die Stellung von P_1 gebracht ist, hestreichen kann; hei paralleler Lage hewegt sich der mit den Stahlplatten fast zur Berührung gebrachte Fühler vollkommen geräuschlos über die Flächen, während er hei geringster Unparallelität anstösst und „schreit", d. h. in Folge sehr schneller Vibration einen schrillen Klang von sich gieht.

Nach diesen Manipulationen setzt man den zu schleifenden Waagehalken znerst auf P_1 auf, nachdem man zuvor G_1 und G_2 mittels der Schrauhen o_1 und o_2 soweit verstellt hat, dass die Endschneiden in jedem Falle mit S zur Berührung kommen. Man hängt jetzt anf den nach links hin freistehenden Arm ein kleines Gewicht, welches den entgegengesetzten gegen S mit leichter Gewalt andrückt. In dieser Stellung klemmt man an den an S anliegenden Arm die weiter oben hereits erwähnte Zwinge d an, so dass die Stellschrauhe n_2 (vgl. Fig. 2) mit ihrer Spitze nm einen gewissen, nach Augenmaass zu schätzenden Betrag von dem ehenfalls hereits erwähnten Tischchen a entfernt ist. Die Tischchen a und b haben die in Fig. 2 dargestellte Gestalt und lassen mittels dreier Schranben ihre eben geschliffene Unterfläche horizontal, also parallel zur Mittelschneide richten; sie stehen symmetrisch zur Sehleifscheihe. Hiernach dreht man den Balken auf demselben Ständer um, so dass jetzt die Zwinge c, welche an dem anderen Ende befestigt ist, in die Lage von d kommt und stellt die Schraube n_1 auf denselhen Punkt und Ahstand von a ein, den zuvor n_2 inne hatte. Sodann setzt man den Balken mit seiner Mittelschneide anf die Pfanne P_2, so dass Zwinge d unter dem Tischchen b steht, und verschieht b mittels des Supports f vertikal, his wiederum n_2 denselben Abstand von b hat als vorher von a. Dreht man nunmehr den Balken auf P_2 um, so dass c unter b steht, so müsste bei gleicher Hehellänge jetzt anch n_1 denselben Ahstand von b haben als zuvor n_2, wie ohne weiteres klar ist; oder nmgekehrt hei gleichem Abstand c müssen die Hebellängen gleich sein. Ist indessen der letztbeobachtete Abstand $n_1 b$ nicht gleich den übrigen und zwar sehr verschieden von ihnen, so korrigirt man zweckmässiger Weise die Hälfte des Fehlers an der Schraube n_1, wiederholt die hesprochene Manipulation unter dieser Veränderung und schleift sodann mit angehängtem Gewichte, his die Schranhen n_1 und n_2 je nach der Lage des Balkens mit a und b in Berührung kommen, wobei natürlich weder die Lage der Tischchen a und b noch der Schrauhen n_1 und n_2 verändert werden darf. Auf diese Weise vertheilt man das Schleifen auf alle vier Schneideflächen und beansprucht jede einzelne nur wenig. Die Genauigkeit der so erhaltenen Hebellängen ist durchschnittlich hei hereits abgenutzter Maschine und schneller Arheit 0,0025 *mm*; dahei ist es ausreichend, dass die Einstellungen der Tischchen a und b und der Schrauhen n_1 und n_2 nur annähernd genau erfolgen.

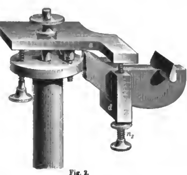


Fig. 2.

Das Schleifen erfolgt mittels Stauhschmirgel und Oel, welches auf den etwa 5 *mm* breiten Ring der gusseisernen Scheihe S aufgetragen wird. Die geringe

Breite des Ringes ist gewählt, um ihn auf einer ebenen Planscheibe leicht nachschleifen zu können.

Die Verstellbarkeit der Ständer G_1 und G_2 in vertikalem Sinne gestattet auch die Herstellung spitz- und stumpfwinkliger Schneiden; zu dem Zweck bilden die Pfannen $P_1 s_1$ bzw. $P_2 s_2$ stumpfe Winkel.

Sämmtliche Theile der Maschine sind mit geringer Mühe herzustellen; ihre Justirung macht weniger Arbeit als die einer feinen Waage nach den üblichen Methoden.

Berlin, November 1893.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Notiz über Auerbacher Kalkspath.

Von Dr. E. Gumlich.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Im Laufe des vorigen Sommers wurden auf Veranlassung von Herrn Dr. Scheibe, Dozent an der Kgl. Bergakademie zu Berlin, durch Herrn Bergwerksbesitzer Dr. Hoffmann in Auerbach a. d. Bergstrasse mehrere Stücke Kalkspath aus den Auerbacher Gruben an die Physikalisch-Technische Reichsanstalt eingesandt, mit der Bitte um ein Gutachten über die Verwendbarkeit des Materials in optischer Beziehung.

Da die eingesandten, ziemlich umfangreichen Stücke mehrere anscheinend recht klare Stellen grösseren Umfangs aufwiesen, wurden dieselben der Firma Schmidt & Haensch in Berlin zur weiteren Bearbeitung übergeben. Diese stellte daraus vier gewöhnliche Nikols mit schrägen Endflächen von etwa 18×20 *mm* Seitenkante her, welche aber leider sämmtlich noch zahlreiche kleine, zum Theil bereits mit blossem Auge sichtbare Einschlüsse, Luftbläschen u. dgl. enthalten. Daher können diese Prismen, trotzdem sie sich von Nikols aus isländischem Kalkspath mittlerer Güte in Bezug auf das Auslöschen nicht unterscheiden, doch zu Präzisionsmessungen ersten Ranges wohl kaum Verwendung finden; immerhin aber darf man hoffen, dass dieses Material für die der Technik dienenden Instrumente vollständig ausreicht.

Herr Dr. Hoffmann hat die Absicht, beim Betriebe seiner Gruben nunmehr auch auf die Gewinnung grösserer Mengen von reinem Kalkspath sein Augenmerk zu richten, — den bisherigen zufälligen Funden war keinerlei Bedeutung beigelegt worden, — und es ist nur zu wünschen, dass diese Bemühungen Erfolg haben, damit dem immer fühlbarer werdenden Mangel an geeignetem Material, von dem grössere Stücke erster Qualität schon jetzt kaum mehr zu haben sind, durch Fundstellen in Deutschland selbst für die Zukunft abgeholfen werde.

Neuer Schraffirapparat.

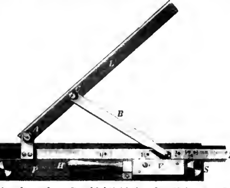
Von Cl. Riefler in München.

Der nachstehende Schraffirapparat dient zum Zeichnen paralleler Linien in gleichen und bestimmten Abständen, sowie von Maassstäben.

In einer in die Neusilberplatte *P* eingefrästen Nut ist der gezahnte Schieber *Z* durch einen Druck auf den Hebel *H* um je eine Zahnweite nach rechts verschiebbar. An dieser Bewegung nimmt das mit dem Schieber verbundene und um die Axe *A* drehbare Lineal *L* Theil, während der übrige Theil des Instruments durch die in den Zeichentisch eindringenden Nadelspitzen der Schrauben *SS* gegen Verschiebung gesichert ist.

Die Weite der Schraffirung ist abhängig von dem Neigungswinkel, welchen das Lineal mit der Schieberstange *Z* bildet. In die, für Schraffirungen von $^1/_4$, $^1/_3$, $^1/_2$,

$^3/_4$, 1, $1^1/_4$ und $1^1/_2$ *mm* Weite erforderlichen Neigungswinkel kann das Lineal durch den Arm *B* eingestellt werden. Nach geschehenem Gebrauch des Apparates wird der Schieber dadurch wieder in die Anfangslage zurückgebracht, dass man denselben entweder ganz aus der Nut herauszieht und am linken Ende der Platte *P* wieder in dieselbe hineinschiebt, oder es wird durch einen Druck auf die Schraube *V* der Eingriff der Sperrklinke in die Verzahnung des Schiebers aufgehoben, worauf dieser zurückgeschoben werden kann.



Der Apparat giebt genauere Resultate als alle bisher für diesen Zweck gebräuchlichen Instrumente. Seine Handhabung ist äusserst einfach und bequem und erfordert keine besondere Geschicklichkeit oder Uebung. Der Apparat war in der Sammel-Ausstellung der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik in Chicago ausgestellt. Sein Preis beträgt mit Etui 24 Mark.

Referate.

Dochtloser Benzinbrenner.

Von G. Barthel. *Ber. d. deutsch. chem. Ges. XXVI. (1893) S. 1179* und *Chem.-Ztg. XVII. (1893) S. 1134.*

Seinem vor einiger Zeit bekannt gegebenen Spiritus-Bunsenbrenner (vgl. *diese Zeitschr. 1892. S. 432*) hat der Verfasser jetzt eine für die Verwendung von Benzin als Heizstoff konstruirte Lampe folgen lassen. Den Behälter derselben füllt man zur Hälfte mit Petroleumbenzin vom spez. Gewicht 0,67 bis 0,71, drückt dann mit Hilfe eines Gummigebläses Luft hinein, und schliesst darauf mit Hilfe einer seitlichen Schraube die komprimirte Luft ab. Dann erwärmt man den Brennertheil durch Abbrennen von etwas Spiritus in einer herumlaufenden Rinne, und gestattet sodann durch Lüftung der Spindelschraube am Brennertheil den Benzindämpfen den Zutritt zur Verbrennungsstelle, wo man sie entzündet. Die Wirkung und die Temperatur der Flamme ist gleich derjenigen von zwei Bunsenbrennern, sie kann aber gesteigert werden zu der einer Gebläseflamme. Die Regulirung der Flammenhöhe geschieht durch die seitliche Schraube am Brenner. Die Lampe ist zu beziehen von der Firma Gustav Barthel, Dresden A., Blasewitzerstr. 37c.

Fm.

Aktinometrische Untersuchungen zur Konstruktion eines Pyrheliometers und eines Aktinometers.

Von O. Chwolson. *Repertorium für Meteorologie, Bd. XVI. No. 5.*

Wie die beiden früheren Arbeiten[1]) des Herrn Chwolson, so darf auch diese dritte umfangreiche und sorgfältige aktinometrische Studie als von tief einschneidender Bedeutung für die gesammte praktische Aktinometrie angesehen werden. Auf Grund theoretischer und im Sommer 1891 in Pawlowsk ausgeführter experimenteller Studien hatte der Verfasser den Schluss gezogen, dass bisher kein einziges der Probleme, welche

[1]) Vgl. *diese Zeitschr. 1892. S. 427.*

eine praktische Aktinometrie aufstellt, als gelöst betrachtet werden kann, dass man aber am ehesten hoffen dürfe, es werde der Angström'sche Apparat bei fortgesetzter theoretischer und praktischer Bearbeitung zu einem wirklichen absoluten Aktinometer heranreifen. Durch weitere Ueberlegungen von der Richtigkeit dieser Ansicht überzeugt, beschloss der gelehrte Physiker, in der von K. Ångström betretenen Richtung weiter zu arbeiten und er untersuchte demgemäss die K. Ångström'sche Methode, theilweise noch vor Beginn der experimentellen Arbeiten, grösstentheils aber im Anschluss an letztere.

Es bleibt ein unvergängliches Verdienst Knut Ångström's, durch Einführung der gleichzeitigen Temperaturbeobachtung an zwei Körpern, von denen der eine in der Sonne, der andere sich im Schatten befindet, einer rationellen Aktinometrie die Wege geebnet zu haben. Der wesentliche Inhalt der von Ångström im Jahre 1886 angegebenen neuen aktinometrischen Methode, über die wir in dieser Zeitschrift schon mehrfach referirt haben[1]), besteht kurz in Folgendem: Zwei möglichst identische Körper mögen in einem gegebenen Augenblick eine Temperaturdifferenz Θ besitzen; der wärmere wird nun im Schatten sich selbst überlassen, der kühlere den Sonnenstrahlen ausgesetzt und die Zeit t gemessen, während welcher (in Folge der Einstrahlung) die Temperaturdifferenz Θ sich wieder herstellt oder, anders ausgedrückt, ihr Zeichen wechselt, wobei die beiden Körper in Bezug auf höhere und niedrigere Temperatur ihre Rollen vertauschen.

Die Anzahl q von (kleinen) Kalorien, welche in der Minute von einem zu der einfallenden Sonnenstrahlung senkrechten Quadratzentimeter Oberfläche absorbirt werden, ist dann:

$$q = \frac{2c\Theta}{st},$$

wo c der Wasserwerth eines dieser Körper und s die bestrahlte Oberfläche in Quadratzentimetern bedeutet.

Man kann aber auch noch, unter Zugrundelegung des Ångström'schen Prinzips, auf eine andere Weise das gesuchte Maass der Radiation erhalten, indem man die in zwei gleichen Zeiten vor sich gehende Aenderung der Temperaturdifferenz der beiden Körper misst; Herr Chwolson hatte diese von ihm eingeführte „Beobachtungsmethode der gleichen Zeiten" namentlich bei den Messungen an einem transportabeln Aktinometer erprobt und ausgezeichnete Resultate erhalten.

Zwei Aufgaben experimenteller Natur harrten nun vornehmlich ihrer Lösung. Erstens musste die Theorie des K. Ångström'schen Pyrheliometers soweit entwickelt und alle Umstände, die auf die Angaben desselben einen Einfluss haben konnten, genau untersucht werden, so dass man dieses Instrument mit Vertrauen benutzen durfte, um die Werthe der Radiation mit einer, modernen Anforderungen genügenden Genauigkeit zu bestimmen. Zweitens war ein neues transportables, auf dem Ångström'schen Prinzip beruhendes Aktinometer zu konstruiren, dessen Angaben relative Werthe der Radiation von einem bedeutenden Genauigkeitsgrade ergeben. Diese beiden vorläufigen Ziele der aktinometrischen Forschung hat Herr Chwolson vollständig erreicht; da aber eine auch nur auszugsweise Wiedergabe einzelner besonders wichtigen Abschnitte im Rahmen eines Referates nicht wohl möglich ist, so müssen wir uns an dieser Stelle darauf beschränken, den reichhaltigen Inhalt der bedeutenden Abhandlung in einem kurzen Kapitelauszug zu resumiren; zudem wird sich wohl früher oder später Gelegenheit bieten, auf die Konstruktion des transportabeln Aktinometers, sobald dasselbe einmal definitive, noch etwas einfachere Gestalt angenommen hat, wieder zurückzukommen.

Im ersten Abschnitt finden sich klar und elegant die aktinometrischen Hauptformeln entwickelt; das zweite Kapitel handelt von der K. Ångström'schen Beobachtungsmethode (die K. Ångström'sche Formel, das Korrektionsglied, weitere Untersuchungen dieser Methode, Beispiele von Beobachtungen und Berechnungen, allgemeine Angaben über das benutzte Pyrheliometer); das dritte Kapitel ist der „Beobachtungsmethode der gleichen

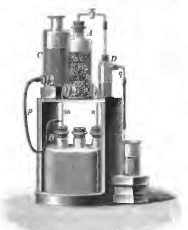
[1]) Vgl. *Jahrgang 1887. S. 106.*

Zeiten“ gewidmet; im vierten Kapitel finden wir eine Vergleichung beider Methoden. Der fünfte sehr wichtige Abschnitt beschäftigt sich mit Untersuchung des Einflusses verschiedener Umstände auf die nach den beiden Methoden erhaltenen Resultate (Beobachtungsfehler, Abweichungen vom Newton'schen Gesetze bei stärkeren Erwärmungen, Ungleichheit der Erkaltungskoëffizienten bei beiden Körpern in Folge Ungleichheit ihrer Temperaturen. Aenderung der äusseren Wärmeleitungsfähigkeit während einer Messung, unvollkommene und ungleiche Absorption bei beiden Körpern, ungleiche kalorische Wirkungen auf beide Körper von Seiten sekundärer Wärmequellen, Vorhandensein besonderer elektromotorischen Kräfte im Stromkreise, Abhängigkeit der thermo-elektromotorischen Kraft von den absoluten Temperaturen der Löthstellen, ungenaue Bestimmung der Oberfläche und des Wasserwerthes, Aenderung der Ruhelage des Magneten während einer Messung). Im 6. Kapitel finden wir das Zurückbleiben des gedämpften Magneten eingehend diskutirt; Abschnitt 7 bespricht die Wärmevertheilung in einer bestrahlten Platte. Kapitel 8 handelt vom Einfluss der Zuleitungsdrähte auf den Wärmezustand der Kupferplatten; Kapitel 9 beschreibt des eingehendsten das benutzte Pyrheliometer (Schwärzen der Oberfläche, Wasserbäder, der Kommutator, das Galvanometer und die Skale, experimentelle Vorversuche, der Temperaturkoëffizient der elektromotorischen Kraft, Gang einer Messung). Kapitel 10 endlich handelt von dem neu konstruirten, transportablen Aktinometer für relative Messungen (Allgemeine Betrachtungen, Beschreibung des Aktinometers, die Beobachtungsmethode, Beispiele von Messungen, Vergleich von Pyrheliometer und Aktinometer, Schluss). *J. M.*

Ein neuer Schwefelwasserstoffapparat für analytische Laboratorien.

Von Prof. Dr. L. L. de Koninck. *Chem.-Ztg. 17. S. 1099 (1893).*

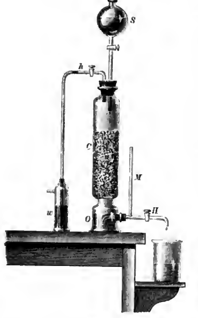
Die verschiedenen den Schwefelwasserstoffapparaten anhaftenden Mängel hofft der Verfasser durch seine Anordnung beseitigt zu haben, die er um so mehr empfiehlt, als sie sich bei mehrjährigem Gebrauch in seinem Laboratorium bestens bewährt hat. Das zu zersetzende Schwefeleisen befindet sich in der Flasche *A*, die dicht am Boden zwei Tubulaturen trägt. Durch beide gehen Röhren, von denen die eine, *n*, bis auf den Boden der grossen dreihalsigen Woulff'schen Flasche *B* reicht, die andere, *m*, aber in deren Hals endigt. Eine Abzweigung von *m* führt mittels eines Gummischlauches *p* zu der Vorraths- und Niveauflasche *C*. Oeffnet man den Ausflusshahn an dem Entwicklungsgefäss *A*, so strömt Säure aus *C* durch *p* und *m*, nachdem *B* vollständig gefüllt ist, nach *A* und bewirkt die Zersetzung. Die durch die Einwirkung der Säure auf das Schwefeleisen gebildete schwere Salzlösung fliesst durch *n* nach *B* und sammelt sich am Boden an. Dadurch wird der Zufluss von neuer noch kräftig wirksamer Säure ermöglicht. Will man die Entwicklung beendigen, so nimmt man die Flasche *C* von dem Gestell herunter und bewirkt dadurch ein völliges Herausfliessen der Flüssigkeit aus dem Entwicklungsgefäss. Der mittlere Tubus der Flasche *B* dient nur zum Abhebern der nicht mehr wirksamen Säure. *Fm.*



Ein neuer Schwefelwasserstoffapparat.

Von W. Gallenkamp. *Chem. Ztg.* **17.** *S. 1452. (1893).*

Dieselben Vorzüge, die de Koninck[1]) seinem Apparate nachrühmt, nimmt der Verfasser auch für seine Konstruktion in Anspruch. Diese aber besteht in Folgendem: In den Thurm *C*, der das Schwefeleisen aufnimmt, fällt aus dem Tropftrichter *S* die Säure tropfenweise ein; sie sammelt sich, nachdem sie auf ihrem Wege durch die hohe Schicht Schwefeleisen unwirksam geworden ist, in dem unteren Theile *O* des Zylinders an und fliesst durch *H* fort. Das entwickelte Gas entweicht durch *h* und wird in der Waschflasche *w* gewaschen. Das an der Ausflussröhre *H* angebrachte Steigrohr *M* dient nur dazu, den Druck des entwickelten Gases zu erkennen. — De Koninck bemerkt dazu */Chem. Ztg.* **17.** *S. 1564. (1893)/*, dass er in diesem Apparat die von Wartha angegebene Form wiedererkenne, die seinen Ansprüchen nicht genügt hätte. *Fm.*



Noch ein neuer Schwefelwasserstoffapparat.

Von O. Hergt. *Chem. Ztg.* **17.** *S. 1599. (1893).*

Von den beiden Hälsen einer Woulff'schen Flasche trägt der eine einen Kugeltrichter, in dessen oberer Mündung das Gas-Ausflussrohr steckt, und der andere nur ein Rohr. Durch Blasen mit dem Munde oder mit Hilfe eines Gummigebläses treibt man die in der Flasche befindliche Säure in die Höhe, bis sie das in der Kugel des Trichters befindliche Schwefeleisen erreicht, wo dann die Entwicklung beginnt. *Fm.*

Neue automatische oder von Hand getriebene Luftpumpe.

Von J. J. Thomson. *The Electrician.* **31.** *S. 588 (1893).*

Die automatische Regelung der hier beschriebenen Luftpumpe wird auf elektrischem Wege bewerkstelligt, indem mit Hilfe von Elektromagneten ein Dreiweghahn umgestellt wird, der entweder mit der Atmosphäre oder mit einer Wasserpumpe kommuniziren kann. Durch die Wasserpumpe wird ein vorläufiges Vakuum hergestellt, das durch Heben und Senken einer Flüssigkeit von geringem Dampfdruck vervollständigt wird. Beim höchsten und tiefsten Stand dieser Flüssigkeit werden durch Schwimmer Kontakte hergestellt, durch welche die Stromkreise der entsprechenden Elektromagnete geschlossen werden. Wegen der Einzelheiten der Konstruktion muss auf das Original verwiesen werden. *W. J.*

Ueber einige neue Laboratoriumsapparate.

Von Otto N. Witt. *Ber. d. d. chem. Ges.* **26.** *S. 1694 (1893).*

Die hier zunächst beschriebene Laboratoriumspresse gleicht in ihrem Aufbau im allgemeinen einer Kopirpresse. Ihr Vorzug vor älteren Formen besteht in der Anwendung von Porzellan als Material für die Pressbacken. Mit Hilfe der Königlichen Porzellan-Manufaktur ist es gelungen, kompakte Porzellanklötze in ansehnlichen

[1]) Vgl. das Referat auf voriger Seite.

Dimensionen herzustellen und mit Glasur zu versehen. Damit ist ein in weitestem Maasse unangreifbares Material gewonnen, das zugleich starkem Drucke widersteht, ohne zu zerspringen. Die beiden Pressbacken berühren sich mit einer quadratischen Fläche von 155 *mm* Kante. An den sich berührenden Flächen sind die Klötze abgeschliffen und mit Rillen versehen, die den Abfluss der herausgepressten Flüssigkeit erleichtern. Diese sammelt sich in einer Rinne, die im Untertheil angebracht ist und fliesst, bei grösserer Menge, durch eine Schnauze ab. Die den Druck ausübende Spindel wirkt nicht direkt auf den oberen Porzellanklotz, sondern greift zunächst eine eiserne mit Kautschuk gefütterte Kappe an, die das Porzellan schützt.

Ferner hat der Verfasser ein Rührwerk konstruirt, dessen Wirkung auf einem anderen Prinzip beruht, als die bisher üblichen Formen. Wendet man Rührer von festem Material an, so wird bei drehender Bewegung derselben bald die ganze Flüssigkeit in Drehung versetzt, steigt bei schneller Bewegung an den Wänden des Gefässes in die Höhe und fliesst über, während ein eigentliches Durcheinanderbewegen der Flüssigkeitstheilchen nur in geringem Maasse erreicht wird. Diesem Uebelstand hilft der Verfasser in einfacher und sinnreicher Weise ab; er bringt in die Mitte der Flüssigkeit eine kleine gläserne Birne, deren nach unten gerichtetes Ende offen bleibt, während sie mit dem oberen Ende an einen Glasstab angeschmolzen ist. An ihrem grössten Horizontalumfang sind vier Löcher angebracht, deren jedes den Durchmesser der unteren Oeffnung hat. Wird nun (zweckmässig mittels einer Rabe'schen Turbine) die Birne in schnelle Rotation versetzt, so treibt die Zentrifugalkraft die in der Kugel befindliche Flüssigkeit zu den seitlichen Löchern hinaus, von unten her dringt neue Flüssigkeit nach, wird wieder hinausgeschleudert und dieses Spiel wiederholt sich dann in schneller Folge immer fort. *Fm.*

Ueber ein Doppelbildmikrometer mit Planparallelplatten.

Von J. H. Poynting. *Monthly Not.* **52.** *S. 556.* (*1892*) *u.* **53.** *S. 330.* (*1893*).

Eine planparallele Glasplatte verschiebt die auf sie einfallenden Strahlen um eine ihrer Dicke und annähernd der Tangente des Einfallswinkels proportionale Strecke. Auf dieser Thatsache beruhen früher vom Verfasser angegebene Einrichtungen, um durch eine entweder vor das Objektiv oder zwischen Objektiv und Okular des Mikroskops bezw. Fernrohrs gestellte Glasplatte von variabler Neigung mikrometrische Messungen auszuführen, wenn die Entfernung des Objekts eine endliche ist. Ist die Entfernung des Objekts unendlich, so findet nur bei der an zweiter Stelle erwähnten Anordnung eine Verschiebung des Bildes bei einer Neigungsänderung der Platte statt. Stellt man zwischen Objektiv und Okular des Fernrohrs eine durchschnittene Platte, deren eine Hälfte am Rohre fest ist, deren andere variable Neigung zur Axe des Fernrohrs hat, so erhält man von dem anvisirten Objekt zwei Bilder, die man zur Messung seiner scheinbaren Grösse benutzen kann. Der Verfasser theilt einige Beobachtungen mit, welche die Brauchbarkeit seines Verfahrens illustriren. Noch ein Schritt weiter in der Vervollkommnung seiner Konstruktion, nämlich eine Einrichtung, um beide Hälften der Platte gleichzeitig in entgegengesetzten Richtungen zu drehen, hätte ganz auf das Helmholtz'sche Ophthalmometer geführt, was dem Verfasser entgangen zu sein scheint.

Nach Veröffentlichung der vorstehenden ersten Mittheilung (und Niederschrift obigen Referats. D. Ref.) brachte Verfasser an gleicher Stelle eine Berichtigung in Bezug auf die Erfindungsgeschichte des Instrumentes. Wie er inzwischen gefunden hatte, war das Parallelplattenmikrometer schon 1841 von Clausen in den *Astron. Nachr.* **18.** *No. 95. 96* beschrieben worden, dann von Porro, *Compt. Rend.* **41.** *1. 1058.* (*1855*), neu erfunden und in mannigfachen Formen für verschiedene Zwecke angewandt; Helmholtz mit seinem Ophthalmometer scheint der Dritte in der Reihe der Erfinder dieses Instrumentes gewesen zu sein, so dass Poynting selbst der Vierte war. Referent kann hinzufügen, dass nach

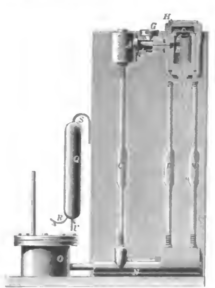
privater Mittheilung ein bekannter deutscher Mechaniker vor Kurzem ebenfalls selbständig auf die Idee gekommen ist.

Wie der Verfasser sehr richtig bemerkt, ist zu verwundern, dass ein Instrument mit so langer Geschichte trotz seiner Einfachheit und Genauigkeit noch so wenig Verbreitung gefunden hat. *Cz.*

Ueber ein neues Volumenometer.

Von J. E. Myers. *Phil. Mag. V.* **36.** *S.* 195. *(1893).*

Prinzip und Wirkungsweise des Instruments sind folgende: Die beiden getrennten Gefässe *A* und *B* stehen mit den Pipetten *C* bezw. *D* in Verbindung. Denkt man sich die Volume *C* und *D* durch Quecksilber abgesperrt, das in beiden Gefässen gleich hoch steht, und übt man nun auf die beiden Systeme einen gleichen Druck aus, so werden die beiden Quecksilberkuppen gleichmässig steigen und in jedem Moment gleichhoch stehen, wenn die Bedingung $A : C = B : D$ erfüllt ist. Verkleinert man durch Einbringen eines fremden Körpers in den Raum *B* dessen Volum, so wird dadurch auch das Verhältniss $B : D$ verkleinert, und das Quecksilber steigt beim Zusammendrücken in *D* schneller in die Höhe als in *C*. Hat man nun ein Mittel, das Volum von *B* nachträglich wieder auf die ursprüngliche Grösse zu bringen, und die Vergrösserung zu bestimmen, so hat man damit auch ein Mittel, das Volum des eingebrachten Körpers zu ermitteln. — Das ringsum geschlossene Gefäss *A* ist aus starkem, druckfestem Material hergestellt, und kann durch eine enge Röhre *F* mit dem Hahn *G* zeitweilig mit dem ähnlichen, aber ein wenig grösseren Behälter *B* in Verbindung gesetzt werden. Die Gefässe *C* und *D* sind Glaspipetten von etwa 20 *ccm* Inhalt, die sich von gewöhnlichen Pipetten dadurch unterscheiden, dass ihre oberen Hälse Kapillaren von 1 *mm* lichter Weite sind. Sie stehen mit ihrem Fuss in dem eisernen Verbindungstheil *N*, der seinerseits sich an den Kasten *O* anschliesst. *O* und *N* sind beständig mit Quecksilber gefüllt.



Das Gefäss *Q* mit seinen Ansätzen stellt die Einrichtung dar, die es ermöglicht, Druck auf das Quecksilber in *O* und damit auf die Luft in den Gefässen *A*, *B*, *C* und *D* auszuüben. Es wird durch das Ansatzrohr *S* mit dem aufrechten Rohr an dem Quecksilberkasten und durch das Hahnrohr *R* mit der Wasserleitung verbunden. Das eintretende Wasser übt durch Kompression des in *Q* abgesperrten Luftquantums einen Druck aus, der im Höchstbetrage dem Wasserleitungsdruck gleichkommt. Das Abflussrohr *U* gestattet dagegen ein schnelles Aufheben des Druckes. Eine besondere Einrichtung erforderte die Kammer *B*, die leicht zu öffnen sein musste und doch völlig druckdicht herzustellen war. Der Verfasser hat die Aufgabe gelöst, indem er auf den abschraubbaren Deckel *E* derselben auch von aussen einen annähernd gleichen Druck wie von innen ausübte. Ueber dem Schraubenverschluss *E* ist noch ein zweiter Deckel *H* angebracht, und in den Hohlraum zwischen den beiden mündet eine dritte Pipette *M* von derselben Grösse und Anordnung wie die beiden anderen. — Will man eine Volumbestimmung ausführen, so hat man zunächst das Volum der Kammer *B* so zu justiren,

dass das Verhältniss $A : C = B : D$ hergestellt ist. Dies geschieht, indem man Quecksilber hinein giesst, und davon wieder so viel durch den Hahn P ausfliessen lässt, dass nach dem Zusammenpressen die beiden Quecksilberniveaus in C und D gleich hoch stehen. Dann giebt man den zu untersuchenden Körper in die Kammer B und drückt von neuem zusammen, in derselben Stärke wie vorher. Um die beiden Quecksilberkuppen wieder auf die gleiche Höhe zu bringen, muss man wieder eine gewisse Menge Quecksilber ausfliessen lassen, die man wägt. Aus dem Gewicht berechnet man das Volum, und durch Multiplikation mit einem konstanten Faktor, der vom Instrument abhängig ist, findet man das gesuchte Volum des betrachteten Körpers. *Fm.*

Mesures optiques d'étalons d'épaisseur.

(Optische Messung der Dicke von Normalplatten.)

Macé de Lépinay. *Journal de physique, (III.)* **2.** *S. 365. (1893.)*

Die Dicke von Quarzplatten bestimmt Verfasser mit Hilfe von Talbot'schen Streifen. Die parallel zur Axe geschliffenen Platten von verschiedener Dicke (2 bis 20 *mm*) sind theils im *Bureau international*, theils in der *Faculté des sciences* in Marseille ausgemessen worden. Zur optischen Bestimmung ihrer Dicke wurden dieselben derart in das Strahlenbündel eines Spektralapparats gebracht, dass die Hälfte der Strahlen senkrecht durch die Platten, die andere Hälfte durch die Luft geht. Durch Interferenz dieser Strahlen von verschiedener optischer Weglänge entstehen Streifen im Spektrum. Die Gangdifferenz der Strahlen für einen solchen Streifen ist gegeben durch die Gleichung $P\lambda/2 = (N_t - \nu_{t,H})\, e_t$, worin λ die Wellenlänge, N_t und $\nu_{t,H}$ die Brechungskoeffizienten des Quarzes bei t° und der Luft bei t° und dem Barometerstand H bedenten; ferner ist e_t die Dicke der Platte bei t° und P eine ungerade ganze Zahl. Es lässt sich also die Dicke der Platte berechnen, wenn der Brechungskoeffizient der Luft und des Quarzes, sowie die Grösse P für eine bestimmte Wellenlänge bekannt ist; es werden für die Brechungskoeffizienten die von Mascart, Benoît und Dufet bestimmten Grössen angenommen, ferner für die Wellenlänge der Mitte der D-Linie die Zahl $5{,}894722 \times 10^{-4}$ *mm*. Verfasser bestimmt die Zahl der Wellenlängen P durch Ausmessung der Streifen für die Mitte der D-Liniengruppe und den Brechungskoeffizienten des Quarzes bei 0° mit Hilfe eines besonders konstruirten Goniometers. Von den Quarzplatten wurde bei den Versuchen nur ein Stück von etwa 1 *qmm* in der Nähe des einen Randes benutzt, während die übrige Fläche verdeckt wurde. Zur Entwerfung des Spektrum benutzte Verfasser ein Rowland'sches Konkavgitter von 2 *m* Radius, zur Beobachtung der Streifen ein Okularmikrometer. Die Uebereinstimmung verschiedener Messungen an einem Quarz von 2 *cm* Dicke betrug einige Hundertstel μ. *W. J.*

Ein neuer Extraktionsapparat für organisch-chemische Zwecke.

Von C. Th. L. Hagemann. *Ber. d. d. chem. Ges.* **26.** *S. 1975. (1893).*

Die früher zum Zweck der raschen und vollständigen Extraktion von Flüssigkeiten von Neumann und Tchernia vorgeschlagenen Apparate werden von der neuen Konstruktion besonders darin übertroffen, dass sie kompendiöser ist. Der Apparat ist den bekannten Extraktionsapparaten für feste Stoffe nachgebildet und nur mit den Aenderungen versehen, die durch den Umstand bedingt sind, dass die auszuziehende Masse flüssig ist. Von einem Siedekölbchen führt ein aufsteigendes, sich oben senkrecht nach unten umbiegendes Rohr in den Behälter für die zu extrahirende Flüssigkeit und endet nahe am Boden desselben in einer Spirale, die mit vielen feinen Oeffnungen versehen ist. Durch diese Löcher treten die Dämpfe des Extraktionsmittels, von dem vorausgesetzt ist, dass es leichter sei als die auszuziehende Flüssigkeit, in feiner Vertheilung in diese letztere ein, steigen durch dieselbe nach oben und sammeln sich auf ihr in einer Schicht an. Hat diese Schicht eine gewisse Dicke erreicht, so fliesst die Flüssigkeit durch ein Ueberlaufrohr

in das Kölbchen zurück, um von neuem zum Sieden gebracht zu werden. Soll der Apparat glatt funktioniren, so ist nothwendig, dass das Sieden sehr gleichmässig geschieht, was besser als durch Platinschnitzel durch ein Stückchen unglasirten Thones erreicht wird. Ferner muss dafür gesorgt werden, dass die zu extrahirende Masse unterhalb des Siedepunktes des Extraktionsmittels erhalten wird; zu diesem Zweck ist in den oberen Behälter noch eine Kühlschlange beliebiger Form eingefügt. Durch geringfügige Aenderungen lässt sich der Apparat so umgestalten, dass er auch für Flüssigkeiten verwendbar wird, die schwerer sind als die auszuziehende Lösung.

Fm.

Ein neues Gasvolumeter von allgemeiner Verwendbarkeit.

Von F. Gantter. *Zeitschr. f. anal. Chem.* **32.** *S. 553 (1893).*

Das Instrument beruht auf einem schon von Mohr vorgeschlagenen Verdrängungsprinzip. Solche Analysen, die in der Entwicklung und Bestimmung von Gasen bestehen, führt der Verfasser aus, indem er nicht die Gase selbst misst, sondern das Volum des durch das Gas verdrängten Wassers oder einer andern Flüssigkeit bestimmt. Der im Original durch eine Abbildung erläuterte Apparat besteht aus drei wesentlichen Theilen, dem Entwicklungsgefäss, dem Zylinder für die Aufnahme des entwickelten Gases und der Messflasche. Das Entwicklungsgefäss ist ein Kölbchen, mit welchem ein zur Aufnahme der Zersetzungsflüssigkeit bestimmter Behälter durch einen Stopfen verbunden ist. Ausserdem stehen diese beiden Behälter durch eine seitliche Schlauchverbindung in Kommunikation, derart, dass beim Zufluss der Zersetzungsflüssigkeit zur Substanz die verdrängte Luft entweichen kann, ohne das Gesammtvolum der im geschlossenen Apparat vorhandenen Stoffe zu ändern. Mittels eines längeren Schlauches und einer Röhre schliesst sich daran an das Sammelgefäss, ein hoher Glaszylinder, der durch ein umgebendes Gefäss mit fliessendem Wasser auf möglichst konstanter Temperatur gehalten wird. An der verbindenden Glasröhre sind noch zwei Nebentheile angebracht, ein Glasrohr mit Hahn, das zum Ausgleich des im Apparat herrschenden Druckes mit der Atmosphäre dient und ein offenes Manometer (im Original Barometerrohr genannt), das mit Wasser zu füllen ist. Es dient der Kontrole darüber, ob nach beendigter Zersetzung völliger Temperaturausgleich zwischen dem Entwicklungsgefäss und dem Sammelgefäss stattgefunden hat. Aus dem Sammelgefäss fliesst die verdrängte Flüssigkeit durch ein bis auf den Boden reichendes Rohr mit einem Hahn in die Messflasche. — Die Bestimmung geschieht in folgender Weise: Nach dem Beschicken sorgt man zunächst für Temperatur- und Druckausgleich, leitet dann die Zersetzung ein, die man, wenn nöthig, durch Erwärmen unterstützt und kühlt dann das Entwicklungsgefäss wieder auf die anfängliche Temperatur ab. Das verdrängte Volum der Flüssigkeit ist dann gleich dem entwickelten Gasvolum. Die vom Verfasser ausgeführten Bestimmungen von Kohlensäure, Ammoniakstickstoff und Nitratstickstoff (letzterer als Stickoxyd gemessen) haben sehr günstige Resultate ergeben. *Fm.*

Ueber Luftschwingungen.

Von Dr. A. Raps. *Wied. Ann.* **50.** *S. 193. (1893.)*

Verfasser untersucht die Luftschwingungen in verschiedenartigen Pfeifen, sowie in freier Luft und registrirt dieselben auf photographischem Wege. Zu diesem Zweck wird ein nahezu paralleles Lichtbündel mit Hilfe der einen Glasplatte des Jamin'schen Interferentialrefraktors in zwei Strahlenbündel zerlegt, von denen das eine durch schwingende, das andere durch die in Ruhe befindliche Luft hindurchgeht. Durch die zweite Platte des Interferentialrefraktors werden beide Strahlen zur Interferenz gebracht und von diesen Interferenzen wird vermittels einer Linsenkombination in der Ebene eines Spaltes ein reelles Bild entworfen. Dieser Spalt schneidet senkrecht zu den Franzen einen Streifen heraus, der aus hellen und dunklen Punkten besteht. Hinter dem Spalt

ist eine mit photographischem Papier belegte Trommel angebracht, durch deren gleichmässige Drehung helle und dunkle Streifen auf dem Papier entstehen. Durch die beim Tönen der Luft auftretenden Druckschwankungen schwingen die Interferenzstreifen in analoger Weise wie die Lufttheilchen. Die dadurch erzeugten sinusartigen Kurven stellen die Bewegung der Luft in Funktion der Zeit dar. Verfasser veröffentlicht eine grössere Reihe solcher Schwingungskurven, die sich durch grosse Deutlichkeit auszeichnen und zu interessanten Folgerungen Veranlassung geben. Die Anwendung von weissem Licht ist dabei nicht störend für die Schärfe der Kurven, obwohl die Franzen dann farbig erscheinen; dies erklärt sich daraus, dass das lichtempfindliche Papier nur durch verhältnissmässig wenig Strahlenarten affizirt wird. Besondere Sorgfalt musste auf die Art der Beleuchtung verwandt werden, sowie auf die richtige Konvergenz und den Einfallswinkel der Lichtstrahlen. Vor dem Spalt war ein elektrischer Momentverschluss angebracht. — Aus der Streifenverschiebung lässt sich leicht die Grösse der Druckschwankung in der durchstrahlten Luftstrecke ermitteln. Mit wachsendem Anblasedruck stellten sich bei den Pfeifen Obertöne ein, die sich in den Kurven deutlich erkennen lassen. Es gelang, auch bei offenen Pfeifen Kurven zu erhalten, die den Verlauf der Schwingungen wiedergeben, obwohl hierbei nicht die Knoten aller Obertöne zusammenfallen. Die bei einer Zungenpfeife erhaltenen Kurven sind komplizirter als die der Flötenpfeifen, während sich ergab, dass die Zunge selbst rein pendelartige Schwingungen ausführt. In freier Luft erhielt Verfasser dadurch Schwingungskurven, dass er den einen Strahl durch eine dickwandige, mit planen Glasplatten verschlossene Röhre gehen liess, in der sich die ruhende Luft befand, während in der Nähe des zweiten Strahles auf einen bestimmten Vokal in verschiedenen Tonhöhen gesungen wurde. Dabei zeigte in Uebereinstimmung mit den Versuchen von v. Helmholtz der Vokal *a* neben dem betreffenden Grundton einen zwischen *f''* und *a''* liegenden Oberton, der Vokal o einen zwischen *h''* und *d''* liegenden, und *u* einen Oberton zwischen *gis'* und *e''*. Es seien hier nur diese Einzelheiten aus der sehr interessanten Arbeit hervorgehoben. *W. J.*

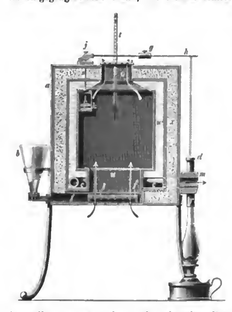
Ueber eine Wärmeregulirvorrichtung für Brutöfen und Paraffineinbettungsapparate bei beliebigem Heizmaterial.

Von A. Koch. *Zeitschr. f. wissenschaftl. Mikroskopie.* **10.** *S. 161.* (*1893.*)

Verfasser beschreibt eine von dem bekannten Verfertiger von Präzisionswaagen, F. Sartorius in Göttingen, herrührende neue Konstruktion von Brutöfen mit Regulirvorrichtung, welche Gas, Petroleum oder Spiritus als Heizquelle anzuwenden gestattet. Die Apparate haben folgende Konstruktion: „Im Innern des Brutofens ist eine geschlossene Metalldoppelkapsel *k* (vgl. Fig. a. f. S.) angebracht, die eine sich bei Temperaturerhöhung leicht ausdehnende Flüssigkeit enthält. Unter dem Einfluss dieser Ausdehnung wölben sich bei steigender Temperatur die Wände der Kapsel nach aussen vor. Dabei hebt die Kapsel einen frei auf ihr stehenden Stift *s* mit in die Höhe und dieser Stift wirkt auf einen auf der Oberfläche des Brutofens angebrachten Hebel *jgh*. An dem freien Ende *h* des letztern hängt an einer Kette ein Deckel *d*, der auf ein senkrechtes Rohrstück *r* passt, unter dem die Heizflamme steht. Von diesem senkrechten Rohrstück geht seitlich ein Rohr *c* aus, welches den Wassermantel des Brutofens durchzieht und sich schliesslich wieder neben seiner Eintrittsstelle nach aussen öffnet.

Der Apparat funktionirt dann in der Weise, dass bei aufliegendem Deckel *d* die von der Flamme erwärmte Luft aus dem senkrechten Rohrstück *r* in das horizontale Rohr *c* übertritt und so das Wasser *w* des Brutofens erwärmt. Wenn dann durch Wärmeabgabe aus diesem Wasser der Innenraum des Brutofens sich bis zu einer bestimmten Höhe erwärmt hat, so dehnt sich die Kapsel *k* im Innern des Brutraumes aus, der Stift *s* wirkt auf die Justirungsschraube *j* und dadurch wird mit Hilfe des Hebels der Deckel von dem Schornstein abgehoben. Sobald dies geschehen, entweicht die von der Flamme erwärmte Luft frei durch das obere Ende des senkrechten Schornsteins *r* und erwärmt

also das Wasser des Brutofens nicht. Sobald letzterer sich abkühlt, arbeitet die Kapsel im entgegengesetzten Sinne, der Deckel schliesst den Schornstein und die Wärme wirkt wieder auf den Brutofen. Zur Erleichterung der Wärmeabgabe aus dem Wasser an den Brutraum ist die Wand des letzteren aus Wellblech hergestellt.



Will man den Apparat auf eine bestimmte Temperatur einstellen, so lässt man den Brutofen die gewünschte Temperatur annehmen und regulirt nun den Hebel *jgh* zuerst grob mit der Justirungsschraube *j* und dann fein mit dem Laufgewicht *g* so, dass der Deckel den Schornstein eben schwebend berührt. Findet man dann nach einiger Zeit, dass die Temperatur erheblich gestiegen ist, so zieht man die Justirungsschraube etwas an; ist die Temperatur nur wenig gestiegen, so verschiebt man das Laufgewicht *g* etwas nach dem Unterstützungspunkt des Hebels hin; auf beide Arten wird der Schornsteindeckel abgehoben. Umgekehrt verfährt man natürlich, wenn die Temperatur zu niedrig ist.

Innerhalb der ersten 14 Tage wird man die richige Einstellung einige Male kontroliren müssen; dann schwankt aber die Temperatur des Brutofens nur sehr wenig, weil der Apparat gegen Variationen in der Temperatur der umgebenden Zimmerluft sehr unempfindlich ist, da er ausser dem Wassermantel *w* noch einen diesen umgebenden, mit Kieselguhr gefüllten Isolirmantel *x* besitzt.

Zur Füllung des Wassermantels dient ein auf der Oberfläche des Brutofens angebrachtes Loch; man giesst so lange Wasser ein, bis dasselbe aus einer seitlichen Oeffnung bei *a* auszuströmen beginnt.

Der Eingang zum Innenraum des Brutofens befindet sich an der Vorderseite und ist durch eine nach unten aufzuklappende Spiegelglasscheibe verschlossen, vor die zur Verhütung zu grosser Wärmeabgabe noch eine mit Wachstuch überzogene Asbestplatte gesetzt wird. In dem Eingang zu dem vom Schornstein abgehenden Heizrohr kondensirt sich leicht Wasser aus den Flammengasen, und dieses Wasser bringt das Rohr zum Durchrosten und beim Herablaufen den Zylinder der eventuell verwendeten Petroleumlampe zum Springen. Der Schornstein und das davon abgehende Seitenrohr wird daher neuerdings mit einem in der Figur angedeuteten Blechmantel *m* umhüllt, der die Abkühlung der ausserhalb des Brutofens befindlichen Rohrtheile verringern und damit die Wasserkondensation verhüten soll.

Schliesslich besitzt der Brutofen noch eine Vorrichtung zur Ventilation mit feuchter Luft. Zu diesem Zwecke sind die Isolirmäntel des Brutofens unten und oben bei *u* und *o* ausgeschnitten. Der obere Ausschnitt ist durch zwei durchlochte Metallplatten verschlossen, die so aufeinander verschiebbar sind, dass die Löcher entweder aufeinander passen und die Luft hindurchtreten lassen oder nicht. Die unten eintretende Luft passirt einen seitlich einschiebbaren Blechkasten *ff*, in dem feuchte Leinwand *l* ausgespannt ist. Das zur Feuchthaltung dieser Leinwand nöthige Wasser liefert ein seitlich ausserhalb des Brutofens umgekehrt angebrachter Erlenmeyer'scher Kolben *b*, aus dem das Wasser nach Bedarf in den Blechkasten nachläuft.

Die beschriebene Regulirvorrichtung ist für Brutöfen und ähnliche Räume zur Aufnahme von Kulturen, für Paraffineinbettungen u. s. w. wohl verwendbar; sie gestattet, Temperaturen von 20 bis 70° konstant zu halten; nur sind zur Erzielung verschiedener Temperaturen im ganzen sechs verschiedene Kapseln *k* nöthig, von denen jede ein Intervall von 10° leistet. Bezüglich des Verbrauchs an Heizmaterial sei bemerkt, dass ein auf 37° C. eingestellter Brutofen mit 25 × 25 × 25 *cm* grossem Innenraum in 23 Stunden 858 *l* Gas brauchte."

Die Brutöfen werden in verschiedenen Ausstattungen und Grössen geliefert, deren Preise von 54 bis 140 M. variiren.

Neu erschienene Bücher.

Handbuch der Vermessungskunde. Von Prof. Dr. W. Jordan. Zweiter Band. Vierte verbesserte und vermehrte Aufl. Stuttgart, J. B. Metzler's Verlag.

Wenn ein für einen verhältnissmässig kleinen Fachkreis bestimmtes Handbuch binnen einer kurzen Reihe von Jahren die vierte Auflage erlebt, — wie es das vorliegende Handbuch der Vermessungskunde von Prof. W. Jordan sich rühmen darf, — so spricht dies wohl deutlich für die Brauchbarkeit. In der That berücksichtigt das mitten aus der Praxis heraus und für die Praxis geschriebene Werk wohl unter allen Büchern gleicher Richtung am Meisten die Bedürfnisse des praktischen Geodäten und es verdankt diesem Umstand nicht zum Wenigsten seine weite Verbreitung.

Der vorliegende zweite Band des Werkes, Feld- und Landmessung, ist diesmal zuerst erschienen, weil derselbe, wie der Verfasser im Vorworte mittheilt, seit September 1892 im Buchhandel vergriffen war. Um deshalb diesen Band von dem ersten, der später erscheinen wird, gewissermaassen unabhängig zu machen und das Verständniss für denjenigen Leser zu vermitteln, welcher die dritte Auflage des Buches nicht besitzt, hat Verfasser in dem ersten Kapitel die Grundzüge der Ausgleichsrechnung in gedrängter Uebersicht vorausgeschickt, „wodurch die zur einfachsten Feld- und Landmessung nöthigen Genauigkeitsbegriffe und Ausgleichungen unmittelbar zur Hand gegeben werden." — Im Allgemeinen ist die Anordnung des Bandes dieselbe geblieben wie in der dritten Auflage, und der Leser findet Alles, was der praktische Landmesser für Längen- und Winkelmessungen, Nivellements, trigonometrische und barometrische Höhenmessung, Tachymetrie u. s. w. an praktischen Winken, an Belehrung, auf instrumentellem und rechnerischem Gebiete nöthig hat, in ausgezeichneter Weise vorgeführt. Neu sind die Abschnitte über Stadt-Triangulirung, Eisenbahn-Vorarbeiten, Photogrammetrie und Topographie.

Wie Verfasser mittheilt, liegt es in seiner Absicht, die bisherigen drei Bände des Handbuches in der neuen Auflage als drei einzelne, mehr von einander unabhängige Bücher auszugestalten; es muss dies mit Befriedigung begrüsst werden.

Was die Ausstattung des Werkes anbetrifft, so muss namentlich hervorgehoben werden, dass die Figuren bemerkenswerthe Verbesserungen gegen die frühere Auflage zeigen.

So empfehlen wir denn unseren Lesern das werthvolle Jordan'sche Werk auch in der neuen Auflage auf das Wärmste. *W.*

Examen sommaire des Boissons falsifiées. Par A. Hébert. Paris. Gauthier-Villars et fils.

Das Buch, ein Bändchen aus der grösseren Reihe der *Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*, wendet sich an einen nicht fachmännisch gebildeten Leserkreis und verzichtet deshalb von vorn herein auf Vollständigkeit und Ausführlichkeit. Es bringt in klarer übersichtlicher Darstellung bei knappster Form die sichergestellten Thatsachen über die Natur und Zusammensetzung der alkoholischen Getränke (Wein, Aepfel- und Birnwein,

Bier, Branntwein, und auch Essig), behandelt dann die Methoden und nothwendigsten Apparate zur Bestimmnng der normalen Bestandtheile und schliesst daran an die Verfahren, welche znr Ausmittelung der zum Zweck der Verfälschung zugesetzten Stoffe dienen. Ueberall befleissigt sich der Verfasser auch solchen Lesern verständlich zu bleiben, die nur die Elemente der Chemie und Physik beherrschen, und vielfach kommt er dem Verständniss durch Abbildung von Apparaten oder mikroskopischen Bildern zu Hilfe. Neue Methoden und etwa den Leserkreis dieser Zeitschrift interessirende Apparate finden sich in diesem Buche nicht. — Da man an ein solches Werkchen nicht den Maassstab strengster Wissenschaftlichkeit wird legen können, ist es wohl zu entschuldigen, wenn sich hier und da Flüchtigkeiten finden. Ein Lächeln aber wird es dem deutschen Leser erregen, wenn nach einer fast vier Seiten langen Aufzählung der französischen Weine die deutschen Sorten mit den Worten abgethan werden: Rheinwein, Moselwein und — Tokayer. *Fm.*

Praktische Anleitung zur Ausführung thermo-chemischer Messungen. Von M. Berthelot. Deutsch von G Siebert. Verlag von Joh. Ambr. Barth. Leipzig 1893.

Der auf dem Gebiete der Thermochemie als Autorität bekannte Verfasser hat seine reichen experimentellen Erfahrungen in diesem Forschnngszweige in diesem kleinen Buche zusammengestellt, das manchem Physiker und Chemiker willkommen sein wird. Nach einer kurzen Zusammenstellung der Lehrsätze der thermochemischen Forschung bringt er eine Beschreibung der Instrumente, die bei derartigen Untersuchungen gebraucht werden, der feinen Thermometer und Kalorimeter. Daran schliesst sich eine durch Beispiele erläuterte Betrachtung der thermochemischen Operationen, die Bestimmung der Neutralisationswärme, Lösungswärme und specifischen Wärme, der Schmelz- und Verdampfungswärme. Bei Gelegenheit dieses letzten Kapitels findet auch die kalorimetrische Bombe und ihre Anwendung eine ausführliche Berücksichtigung. — Wie die Uebersichtlichkeit der Anlage des Werkchens nichts zu wünschen übrig lässt, ist die Ausführung im Einzelnen klar und der Ausdruck kurz und treffend, so dass es eine unbedingte Empfehlung verdient. *Fm.*

O. A. L. Pihl, *On occulting micrometers and their value as applied to exact astronomical measurements.* Christiania. M. 5,—.

Vereins- und Personennachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Abtheilung Berlin.

Auf Grund der in der Generalversammlung vom 9. v. M. vorgenommenen Wahlen setzt sich der Vorstand für 1894 folgendermaassen zusammen:

Vorsitzende: Die Herren H. Haensch, Kommerzienrath P. Doerffel, P. Stückrath;

Schriftführer: Die Herren A. Baumann, A. Blaschke;

Schatzmeister: Herr W. Handke;

Archivar: Herr E. Goette;

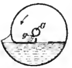
Beisitzer: Die Herren J. Faerber, B. Pensky, C. Raabe und Regierungsrath Dr. Weinstein.

Bl.



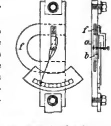
Patentschau.

Selbthätige Waage. Von J. P. Baldwin in Baldwin, Louis., V. St. A. Vom 26. Juli 1892. No. 67355. Kl. 42.

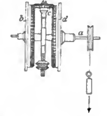


Das an einem gewöhnlichen Waagebalken aufgehängte drehbare Wägegefäss ist schneckenartig gebildet und erhält den Zufluss durch ein axiales Rohr *G*. Dieses ist drehbar beweglich und wird mittels Durchknickung eines damit verbundenen Kniehebels am Schlusse jeder Wägung selbthätig plötzlich umgestellt, so dass seine Mündung *g* das Wägegut nun nach der anderen Seite des Gefässes leitet, wie dies in der Figur dargestellt ist. Durch das Gewicht des links zufliessenden Wägegutes wird dem vermöge seiner eigenartigen Gestalt allmälig in Ruhe gekommenen Gefäss neuer Bewegungsantrieb ertheilt und die Entleerung eingeleitet. Beim Aufgang des sich entleerenden Gefässes wird jener Kniehebel durch den Waagebalken wieder gestreckt und das Zuflussrohr *G* mit seiner Mündung *g* wieder nach rechts zurückgestellt.

Messinstrument mit eiserner Nadel, welche unabhängig von den zu messenden Strömen polarisirt wird. Von M. M. Retten in Berlin. Vom 5. April 1892. No. 67055. Kl. 21.



Messinstrumente für elektrische Ströme, deren Nadelsystem aus einer Magnetnadel besteht, leiden an dem Uebelstande, dass diese Magnetnadel durch zu starke Ströme entmagnetisirt wird. Um dies zu vermeiden, ist folgende Anordnung getroffen. Der polarisirende Magnet wird so zwischen einzelne Leiter *a* und *b*, in denen der zu messende Strom fliesst, gebracht, dass sich die magnetisirenden Wirkungen der Ströme in *a* und *b* auf den Magneten *f* gegenseitig aufheben.

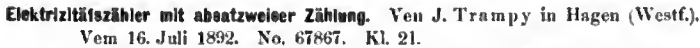


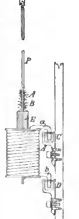
Vorrichtung zum gemeinsamen Antrieb zweier Uhr- oder Laufwerke von Elektrizitätszählern. Von Prof. Dr. H. Aron in Berlin. Vom 2. Juni 1892. No. 67058. Kl. 21.

Die treibende Kraft wirkt auf die Welle *a* eines Differentialwerkes. Die beiden auf ihr beweglich aufsitzenden Kronräder *b* und *d* werden mittels des Kegelrades *c* in Umdrehung versetzt. Das Rad *c* rollt bei ungleichem Gange beider Uhr- oder Laufwerke auf den beiden Kronrädern, während es bei gleichmässigem Gange feststeht.

Elektrizitätsmesser mit durch den Strom veränderlicher Pendelschwingung. Von J. Borcherding in Bremen. Vom 8. Juni 1892. No. 67860. Kl. 21.

Die Schwingungsdauer eines Pendels *P* wird dadurch verändert, dass der Schwerpunkt des Pendels durch die elektromagnetische Verschiebung des in Federn *B* an dem Pendel aufgehängten Eisenkernes *E* verändert wird. Es kann entweder das den Eisenkern beeinflussende Solenoid *A* fest mit dem Pendel *P* verbunden sein, wobei dem Solenoid der Strom durch die in Quecksilbernäpfchen *CD* schwingenden Spulenenden *ab* zugeführt wird, oder das Solenoid ist fest angeordnet und von derart länglicher Gestaltung, dass das Pendel frei darin schwingen kann.





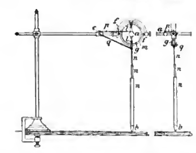
Elektrizitätszähler mit absatzweiser Zählung. Von J. Trampy in Hagen (Westf.). Vom 16. Juli 1892. No. 67867. Kl. 21.

Der Elektrizitätszähler gehört zu der Klasse von Zählern, bei welchen in bestimmten Zeitabschnitten die zwischen einer festen Hauptspule und einer beweglichen Nebenschlussspule beim Stromverbrauch auftretende Kraft durch Verdrehung einer Torsionsfeder ausgeglichen wird. Es wird nun durch einen von dem Zeitmesser (Uhrwerk) in bestimmten Zeitabschnitten betriebenen Stromschliesser und Umschalter die bewegliche Nebenspule eingeschaltet, worauf die Torsionsfeder solange gedreht wird, bis Gleichgewicht eingetreten ist. Die Verdrehung der Torsionsfeder erfolgt von einem Laufwerk aus, das durch Vermittelung eines Elektromagneten mit der Torsionsfeder verbunden wird.

Gefällmesser mit im Fernrohr sichtbarer Libelle. Von O. Fennel jr. in Cassel. Vom 2. August 1892. No. 67357. Kl. 42.

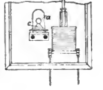
Die feststehende Libelle F ist, unabhängig von der jeweiligen Neigung des Fernrohres, stets sichtbar. Ihre Sichtbarmachung im Fernrohr erfolgt mit Hilfe eines Spiegels M, welcher sich beim Kippen des Fernrohrs selbthätig einstellt. Die Bewegung des Spiegels wird bewirkt durch eine Hebelübersetzung. Diese ist, wie folgt, beschaffen: Die Spiegelfassung ist festgeschraubt auf einer runden Scheibe S, welche konzentrisch in den Axenflantsch H eingepasst ist. Die Schraube R am Hebel D sitzt an diesem Axenflantsch fest, während die Schraube O des Hebels E fest in der Scheibe S sitzt. Der Abstand der Schraube R vom Axenmittelpunkt ist halb so gross als der Abstand der Schraube O. Beim Kippen des Fernrohrs bewegt die Schraube R den Hebel D, von welchem aus die Bewegung auf den Führungsstift W und von diesem durch den Hebel E auf die den Spiegel M tragende Scheibe S übertragen wird.

Instrument zur Herstellung perspektivischer Zeichnungen. Von J. Jechoux in Terre-Noire, Frankreich. Vom 21. September 1892. No. 67688. Kl. 42.



Das Instrument besteht aus einem in dem Ringe g gelagerten, um zwei sich kreuzende Axen f und l beweglichen Fernrohr a, dessen Bewegungen der Zeichenstift b folgt. Die Drehung des Fernrohrs um seine vertikale Axe l wird durch die Gelenkstäbe pq und den Schieber c auf einen um den Ring g beweglichen zweiten Ring m und durch diesen auf die daran befestigte leicht verschiebbare Rohrverbindung n übertragen. Mit dieser ist der Zeichenstift verbunden. In Folge dessen macht der Zeichenstift auch die Bewegung des Fernrohres um die Horizontalaxe f mit. Beim Gebrauch verfolgt man mit dem Fernrohre die Linien des abzubildenden Gegenstandes, wobei der Zeichenstift diese Linien wiedergiebt.

Vorrichtung zum Anzeigen versuchter Beeinflussung von Elektrizitätszählern. Von Lütje in Altona. Vom 16. September 1892. No. 67608. Kl. 21.

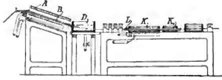


Magnetische Körper a werden auf an der Spitze ausgehöhlte Kegel c gebracht, und zwar in einem für den Unbefugten unzugänglichen Raum.

Diese Körper a werden beim Heranbringen eines Magneten aus ihrer Ruhelage gebracht. Dadurch werden betrügerische Beeinflussungen des Zählwerks erkennbar, da die Körper a in ihre ursprüngliche Lage nicht zurückkehren können.

Verfahren zum Härten und Anlassen von Stahldraht. Von Mechanische Kratzenfabrik Mittweida in Mittweida. Vom 6. Februar 1892. No. 67072. Kl. 49.

Der Draht wird durch die im Heizofen A angeordneten Röhren B geführt, welche mit ihrem hinteren Ende in das härtende Bad D tauchen, sodass die erhitzten Theile des Drahtes vor dem Eintritt in das Bad nicht mit der Luft in Berührung kommen. Nach Austritt aus dem Härtebad wird der Draht behufs Anlassens durch die Röhren L geleitet, welche sich in dem erhitzten Metallbad K befinden. Diese Röhren sind an dem Ende, wo der Draht eintritt, durch Stopfen aus Gummi oder dergl. verschlossen, während das andere Ende ein beträchtliches Stück aus dem Metallbad hervorragt, bezw. durch einen Kühlbehälter K_1 geführt ist, zum Zweck, die Luft von den erhitzten Theilen des Drahtes fern zu halten und ihn innerhalb der Röhre sich abkühlen zu lassen.



Selbthätiger Ausschalter. Von Schuckert & Co. in Nürnberg. Vom 8. März 1892. No. 67471. Kl. 21.

Dieser Ausschalter dient dazu, durch Trennung der Stromschlussstücke *c c* von denjenigen *e e* einen Stromkreis zu unterbrechen, sobald die Stromstärke ein gewisses Mindestmaass unterschreitet. Der in den Stromkreis eingeschaltete Elektromagnet *a* ist drehbar um eine Axe *f* angebracht, auf deren Zapfen ein Rahmen angeordnet ist, der sich aus den beiden verlängerten eisernen Polstücken *b b* und dem messingenen Querstück *p* zusammensetzt. In der gezeichneten Stellung kommen die Stücke *b b* zum Anschlag gegen den Eisenanker *h*, wodurch der magnetische Schluss hergestellt wird, so dass die Polstücke, entgegen dem Zug der Federn *d d*, angezogen bleiben, solange der Elektromagnet durch einen Strom von gewisser Stärke erregt wird. Die Federn *d d* sind so angebracht, dass sie in der gezeichneten Stellung nur an einem sehr kleinen Hebelarm angreifen (Fig. 2). Nun sind der Elektromagnet und der mit den Endscheiben *i i* verbundene Stromschlusshebel *c c* nicht starr mit einander verbunden, sondern können sich um den Abstand der Nasen *k k* auf den Endscheiben *i i* gegen einander bewegen. Beim Freilassen der Polstücke bewegt sich daher unter dem anfangs geringen Zug der Federn *dd* der Rahmen allein, und erst wenn der Zug der Federn grösser geworden ist, stösst das Querstück *p* gegen die Nasen *k* und bewirkt dadurch die Trennung der Stromschlussstücke, wozu auch die lebendige Kraft des bewegten Rahmens mitwirkt. Die Vorrichtung arbeitet ohne Einschaltung von Relais, Verwendung von Klinkenvorrichtungen und dergl. mit ausreichender Empfindlichkeit.

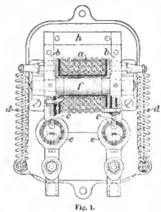


Fig. 1.

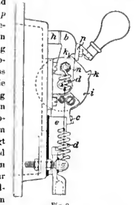


Fig. 2.

Elektrische Grubenlampe. Von M. Vorster in Jena. Vom 22. März 1892. No. 67849. Kl. 21.

Bei der Grubenlampe ist eine elektrische Sammelbatterie *d* angeordnet, welche Parabelform hat und in der Bucht *g* die Glühlampe *e* aufnimmt. Bei der Vorrichtung ist ein Ausschalter *c* und ein Umschalter *b* vorgesehen, von denen nur der Umschalter vom Bergmann bedient werden kann und den Strom zur Glühlampe ein- und ausschaltet, während der Ausschalter *c* nur mittels eines besonderen Schlüssels gestellt wird, um die Batterie zu laden.

Das aus Aluminium gebildete Gehäuse hat ausgebogene Seitenwandungen zur Ueberdeckung der äusseren Theile des Umschalters *b* und Ausschalters *c*. Ferner ist die Rückwand *a* hohl gebogen zur Erleichterung des Tragens der Lampe.

Messapparat für höhere Temperaturen. Von L. Damaze in Paris. Vom 15. Mai 1891. No. 67331. Kl. 42.

Die Wirkungsweise beruht auf der Thatsache, dass die durch Temperaturänderungen bewirkte Ausdehnung des Glimmers der Zusammenziehung des Steinguts gleich ist, sobald nur gewisse Temperaturgrenzen nicht überschritten werden und die beiden Körper eine bestimmte Länge haben. Eine derartig aus einzelnen zylindrischen Stücken zusammengesetzte Säule wird in ein Metallrohr gebracht, welches der zu messenden Temperatur ausgesetzt wird. Hierbei ändert sich die Länge der umschlossenen Säule nicht, während sich das Metallrohr bei steigender oder sinkender Temperatur verlängert oder verkürzt. Da nun Rohr und Säule an dem einen Ende mit einander verbunden sind, findet an ihrem anderen Ende eine Verschiebung statt, die in geeigneter Weise auf einen Zeiger übertragen wird.

Drahtscheere für endlosen Draht mit ineinander eingelassenen Köpfen. Von J. Saxl und L. Oberländer in Wien. Vom 17. September 1891. No. 67502. Kl. 49.

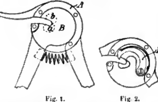


Fig. 1. Fig. 2.

Diese Scheere hat zwei Köpfe *A* und *B*, welche ineinander drehbar eingelassen sind und die Messer *a* und *b* tragen. Letztere sind mit mehreren symmetrisch geformten Schneiden versehen, sodass sie behufs wiederholter Benutzung gewendet werden können. Ein federnder Hebel *D* (Fig. 2), welcher in einem der Köpfe angeordnet ist, gestattet die Einführung des Drahtes, verhindert aber das unbeabsichtigte Heraustreten desselben.

Spaltgelenk für Brillen. Von G. Jüch in Rathenow. Vom 17. April 1892. No. 67403. Kl. 42.

Das Gelenkauge *a* des Brillenbügels wird gespalten, so dass beim Einsetzen des Bügels die gespaltenen, federnden Theile gegen die Gelenkbacken pressen, um so das Lockerwerden des Gelenkes zu verhindern.

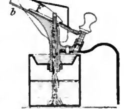
Bürette. Von W. J. Rohrbeck Nachf. in Wien. Vom 31. März 1892. No. 67401. Kl. 42.

Der Ausfluss der Reagensflüssigkeit aus dem graduirten Bürettenrohr wird in der Weise geregelt, dass man den Mikrometerhahn *a* in entsprechender Weise lüftet. Hierdurch tritt Luft bei *b* ein, welche unter Vermittelung des Gummischlauches *c* über die Reagensflüssigkeit gelangt und dieser dadurch den Austritt gestattet.

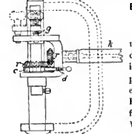
Wärmeregler. Von Consolidated Car-Heating-Company in Wheeling, West-Virginien, V. St. A. Vom 23. Februar 1892. No. 67775. Kl. 42.

Der Apparat besteht aus dünnen, eine passende Flüssigkeit einschliessenden Metalldosen *D*, die bei steigender Temperatur in der Richtung der Axe sich ausdehnen, den Hebel *B* hierbei nach aussen führen und auf diese Weise mittels des gezahnten Hebelendes *G* und des Kammrades *J* eine Drehung der Axe *L* bewirken. Diese führt nach der betreffenden Wasser- oder Dampfheizung und veranlasst daselbst ein Oeffnen oder Schliessen eines Ventils.

Zum Kochen brauchbare Löthlampe. Von J. Geiser in Basel. Vom 15. Mai 1892. No. 67612. Kl. 49.



Diese Löthlampe, welche auch zu Kochzwecken verwandt werden kann, ist mit folgender Vorrichtung zur Regulirung der Flammenstärke versehen. Im Flammenrohr *b* ist drehbar eine Zunge *F* angebracht. Der Vordertheil derselben dringt in das Rohr *b* ein, während dessen hinteres Ende so verstellt werden kann, dass der Vordertheil dadurch gehoben oder gesenkt wird. Auf diese Weise wird der Durchgang der Flamme mehr oder weniger verengt und diese selbst in ihrer Stärke verändert werden.



Bohrkurbel und Bohrknarre. Von P. Strauss und E. Danisch in Düsseldorf. Vom 26. Juli 1892. No. 67617. Kl. 49.

Diese Bohrkurbel lässt sich auch als Bohrknarre verwenden und ist dadurch gekennzeichnet, dass der aufsteckbare Knarrenhebel drehbar und zur Anbringung einer Kurbel *k* geeignet eingerichtet ist. Die Bohrspindel wird mit dem Hebel durch ein Kegelräderpaar *rr* so verbunden, dass das Rad, welches mit dem Schaltrad *c* ein Stück bildet, entweder nur von der Schaltklinke *d* und dem Knarrenhebel, oder nur von der Kurbel *k* gedreht wird. Letzterenfalls wird der Bohrknarrenkopf mit dem Bohrgestell durch einen Vorsteckstift *g* gekuppelt.

Für die Werkstatt.

Schraubenrundirapparat. Mitgetheilt von K. Friedrich.

Zum Abkuppeln von Stiften, Schraubenrundiren und Poliren empfiehlt sich, Drehstuhleinrichtungen zu verwenden, die sich in den Schraubstock spannen lassen.

Eine solche Einrichtung, wie sie von Wilh. Eisenführ in Berlin, S. 14. erhältlich ist, zeigt Fig. 1. Das Gestell G lässt sich mit einem flachen Ansatz in den Schraubstock spannen und hat an beiden Enden kleine Lager l_1 und l_2, in welchen sich eine Spindel S mit vielkantigem Schaft drehen kann. Die Spindel ist hohl und nimmt in ihrem Innern eine sogenannte amerikanische Zange Z auf, in welche kleine Futter f eingesetzt werden können. Die amerikanischen Zangen, die neuerdings häufiger auch an Drehbänken angebracht sind, bestehen aus einem Rohre, welches an der einen (linken) Seite in einem Rändchenkopfe endigt und am anderen Ende ein Gewinde trägt, in oder auf welches sich Futter schrauben lassen, welche die Gestalt der Fig. 2 haben. Sie sind durchbohrt in der Grösse der zur Bearbeitung einzuspannenden Stücke, haben zwei rechtwinklig zu einander stehende, durch die Axe gehende Schnitte und tragen einen konischen Ansatz, der in eine gleichkonische Ausdrehung der Spindel S passt. Dreht man den Rändchenkopf der Zange Z, so zieht sich das Futter f in S hinein und klemmt ein eingespanntes Stück fest. An dem Lager l_2 ist unterhalb der Spindel eine kleine Axe a angebracht, auf welcher ein Anschlag b festgeklemmt werden kann und eine Walze w sich dreht; letztere wird durch eine Schraube d am Herabgleiten gehindert.



Fig. 1.

Fig. 2. Fig. 3.

Die zu polirende Schraube wird mit Hilfe eines passenden Futters in der Spindel befestigt, der Anschlag b so eingestellt, dass die Walze w dem Schmirgelholz als Unterlage beim Poliren dient, und die Spindel durch Ueberstreichen des vielkantigen Schaftes mit der Hand in Bewegung gesetzt.

Zum „Abkuppeln" des Gewindestammes dient die bekannte in Fig. 3 dargestellte Laterne, die ebenfalls in das Futter f gebracht wird.

Die nebenstehende Abbildung 4 zeigt einen ähnlichen Drehstuhl, welcher von der Firma G. Falter & Sohn angefertigt wird und im *Bayer. Industrie- u. Gewerbeblatt No. 25, S. 56 (1893)* beschrieben ist. Das Gestell GG hat einen rechteckigen Querschnitt und lässt sich mit einer Verlängerung in den Schraubstock spannen. Die Spindel hat ihr Lager in einer Verstärkung V des Gestelles und wird durch die Schraube s gegen axiale Verschiebung gesichert. Die Rolle R ist mit mehreren Spiralnuten versehen, in welche sich die Schnur des Schnurbogens legt; dadurch wird in einfacher Weise das Zerreiben der Schnur beim Bewegen des Bogens vermieden. Die zu bearbeitende Schraube wird in eine Patrone gespannt, und die Feile bezw. das Schmirgelholz auf einer drehbaren gehärteten Stahlwalze W gegen die Schraube geführt; auch diese Einrichtung ist sehr zweckmässig, weil dadurch die sonst stark auftretende Abnutzung der Vorlage vermieden wird. Die Stahlwalze sitzt in einer Gabel, deren Schaft durch die Schraube r am Gestell in höherer oder tieferer Stellung festgeklemmt werden kann.

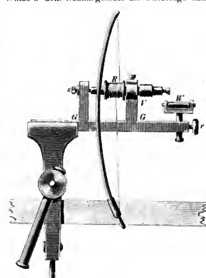


Fig. 4.

Amerikanische Zange. *Bayer. Industrie- und Gewerbebl.* **25.** *S. 338. (1893).*

Eine Beisszange, die sehr bequem und zweckmässig ist, Nägel unverbogen aus Kisten oder anderen Gegenständen herauszuziehen, ist nebenstehend abgebildet; sie wird von der Firma The Billings & Spencer Co. in Hartford, Amerika, in den Handel gebracht.

An einem mit Handgriff *h* versehenen Gestell ist in einer Führung *f* ein Zylinder angebracht, an dessen unterem Ende die eine Backe einer gewöhnlichen Beisszange sitzt. Die zweite Backe ist gelenkig mit einem Hebel *H* verbunden, der ausserdem mit der Lenkstange *e* gelenkig am Gestell sitzt.

Das Gestell wird auf die Oberfläche des Gegenstandes gesetzt, aus dem Nägel gezogen werden sollen, mit dem Handgriff aufgedrückt, der Nagel mit dem Zangenmaul ergriffen und durch Bethätigung des Hebels *H* herausgezogen.

Das Werkzeug dürfte sich bald einbürgern, da mit Hilfe desselben viel Material und Unbequemlichkeit erspart wird. Durch geringe Umänderung oder Hinzufügen entsprechender Theile dürfte es auch ausgedehntere Verwendung zulassen. *K. F.*

Neuer Schraubenschlüssel. Mitgetheilt von K. Friedrich.

Unter den unausgesetzt neu auftauchenden Konstruktionen von Schraubenschlüsseln verdient die beistehend abgebildete Beachtung; sie ist amerikanischen Ursprungs und in Deutschland von Wilh. Eisenführ, Berlin S. 14, eingeführt.

Das zu beschreibende Werkzeug ist ein Schraubenschlüssel mit in weiten Grenzen verstellbarer Maulweite und so eingerichtet, dass die Greifbacken desto fester gegen die gefassten Muttern gepresst werden, je grösseren Widerstand sie einer Drehung entgegensetzen.

Der Griff *G* hat an seinem oberen Ende einen kurzen kräftigen Querarm *Q*, an welchem die feste gezahnte Backe b_1 angeschraubt ist. Auf dem Griff verschiebbar ist der Kasten *K*, der die bewegliche entgegengesetzt gezahnte Backe b_2 trägt. An der Verlängerung des Kastens nach unten sind drehbar zwei Arme *A* nach vorn und hinten angebracht, die wiederum drehbar den Hebel *H* tragen; die Feder *F* drängt *H* gegen den Griff *G*. In dem oberen Theile des Hebels *H* (s. Fig. 2) ist ein mit Sperrzähnen versehenes Stück *S* drehbar angebracht, welches in die entgegengesetzte Zahnung am Griff *G* hineinpasst und durch die Feder *F*, Arme *A* und Hebel *H* in diese hineingezogen wird. Die Zahnung an *G* ist länger als die an *S*, ihre Differenz giebt die Grenzen der Maulweite an.

Wie aus Fig. 2 hervorgeht, fallen die Axen für den Hebel *H* und das Stück *S* nicht zusammen. Ist nun das Stück *S* fest in die Zahnung an *G* eingelegt und drückt man den Hebel *H* gegen *G* an, so wird nunmehr der ganze Kasten *K* mit der beweglichen Backe b_2 gegen den Griff *G* und die obere Backe b_1 gehoben und die zwischen b_1 und b_2 gefasste Mutter fester gefasst. Der Schlüssel wird nun so auf die Mutter aufgesetzt, dass die Druckrichtung beim Anziehen oder Lösen der Mutter von *H* nach *G* gerichtet ist.

Fig. 1.

Fig. 2.

Der Schlüssel ist sehr solide gearbeitet und kostet 7,50 Mark.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Prof. Dr. **Abbe** und **H. Haensch.**

Redaktion: Prof. Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XIV. Jahrgang. **März 1894.** Drittes Heft.

Ueber einen Thermometervergleichungsapparat für Temperaturen zwischen 250 und 600° und über die Verwendung von Fadenthermometern bei demselben.

Von

Alfons Mahlke in Charlottenburg.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Abth. II.)

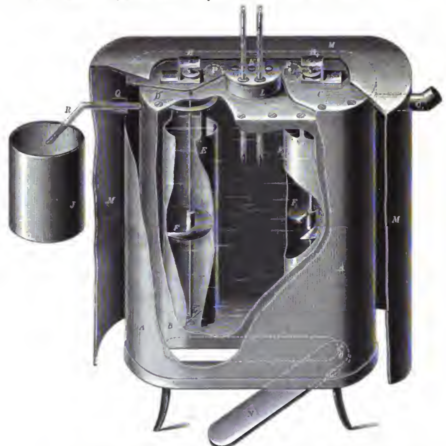
Die Zahl der bei der Reichsanstalt znr Prüfung in Temperaturen über 300° eingereichten Thermometer hat in den letzten Jahren in beträchtlichem Maasse zugenommen, so dass es wünschenswerth erschien, die Prüfungseinrichtungen diesen gesteigerten Anforderungen entsprechend weiter auszngestalten. Bisher war als Bad für diese Temperatnren ein eisernes Gefäss benntzt worden, das mit einem Gemisch von Kali- nnd Natronsalpeter gefüllt war. Ein solches Gemisch wird, wenn es ans heiden Salzen im Verhältniss ihrer Aequivalentgewichte zusammengesetzt ist, bei etwa 230° flüssig und beginnt erst bei Temperatnren gegen 600° in erhehlicher Weise zu verdampfen.

Es lag nun nahe, für ein solches Salpeterhad eine ähnliche Form zn wählen, wie sie sich für das Oelhad hewährt hatte, welches in dieser Zeitschrift (*Jahrgang 1893. S. 197*) beschrieben wurde. Mit Rücksicht auf den Umstand, dass der erhitzte Salpeter keine belästigende Dämpfe entwickelt, wie dies heim Oelhade der Fall ist, nnd unter Berücksichtigung der hedeutenden Steigerung der erforderlichen Temperatnren, erwiesen sich indess einige Aenderungen als zweckmässig, so dass der Apparat die in nebenstehender Skizze dargestellte Gestalt erhielt. Derselbe ist angefertigt worden in der Werkstatt der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, deren Vorsteber, Herrn Franc v. Liecbtenstein, viele seiner Einzelheiten zu verdanken sind.

Wie aus der Figur (a. f. S.) ersichtlich, besteht der Apparat im Wesentlichen ans zwei in einander gefügten Gefässen A und B, welche dnrch die Messingdeckel C nnd D verschlossen werden. Das innere Gefäss B ist ans Gusseisen hergestellt, 30 *cm* hoch und etwa 5 *mm* in der Wandstärke; ein Boden hat eine Länge von 29 *cm* und eine Breite von 13 *cm*. Dasselhe wird bis nahe unter seinen Deckel mit einer Mischung angefüllt, die 54 % Kalisalpeter und 46 % Natronsalpeter enthält. Dicht nnter dem Deckel ist in der Wandnng das Ahflussrohr R angebracht, durch welches die überschüssige Flüssigkeit, wenn sich dieselbe dnrch weiteres Erhitzen ansdebnt, in das Gefäss J abfliessen kann.

Bei dem äussern Gefäss A ist die Wandnng aus starkem Eisenblech zusammengehogen, während der Boden aus Gusseisen gefertigt nnd mittels Schranhen an die Wandung angeschranbt ist. Seine Dimensionen sind derartig, dass es nach

allen Richtungen einen Abstand von etwa 3 *cm* vom innern Gefäss *B* hat. An seinen schmalen Seiten sind oben die Abzugsröhren *Q* und Q_1 angebracht, durch welche die Heizgase ausströmen. Hiervon ist Q_1 in der Figur 1 dargestellt; die andere Röhre *Q* umschliesst das Abflussrohr *R*. Letzteres bezweckt, den aus *R* etwa abfliessenden geschmolzenen Salpeter am Erstarren zu hindern.



Der Boden des äusseren Gefässes *A* besitzt einen Ausschnitt, der durch eine um den Zapfen *O* drehbare Klappe *N* verschlossen oder geöffnet werden kann. Diese Einrichtung hat den Zweck, die Heizflammen je nach Bedarf zwischen den beiden Gefässen *A* und *B* hindurch, oder aussen um *A* herum leiten zu können. Um im letzteren Falle die Wärmeausstrahlung möglichst zu verringern und die Flammengase besser für die Erhitzung des Apparates auszunutzen, ist ein Mantel *M* darüber gehängt. Dieser ist aus zwei Theilen zusammengesetzt, aus Eisenblech angefertigt und mit Asbest überzogen worden.

Bei geöffneter Klappe treten die Flammengase durch den Ausschnitt im Boden des Gefässes *A* in den Raum zwischen *A* und *B* ein; sie umströmen unmittelbar das Gefäss *B*, welches mit der Salpetermischung angefüllt ist, und treten

oben aus den Röhren Q und Q_1 aus, welche von dem Gefäss A durch den Mantel M nach aussen geleitet sind. Wird die Klappe N geschlossen, so streichen die Flammen aussen um A herum und müssen alsdann, da der Raum zwischen A und dem Mantel M in seinem oberen Theile keine Oeffnung nach aussen hin besitzt, in den Zwischenraum zwischen A und B eintreten. Dies geschieht durch die vier Löcher P, welche zu je zweien in den breiten Seiten des Gefässes A oben ausgeschnitten sind. Sie müssen dann über den Deckel D von B hinstreichen, um durch die Abzugsröhren Q und Q_1 zu entweichen. Diese Einrichtung erwies sich in mehr als einer Hinsicht zweckmässig. Zunächst wird beim Anheizen, so lange die Salzmasse noch fest ist, die Klappe N geschlossen gehalten. Die beim Schmelzen des Salpeters eintretende Ausdehnung würde nämlich anderenfalls die Gefahr hervorrufen, dass das Gefäss zersprengt wird, wenn die Salzmasse in ihrem unteren Theile schmilzt, während sie oben noch fest ist und an der Wandung des Gefässes haftet. Dieses wird aber vermieden, wenn die Klappe N beim Anheizen verschlossen gehalten wird und die Flammengase das Gefäss B nur an seinem Deckel D unmittelbar berühren, der Boden dagegen und die Wandung erst durch Strahlung von A aus erhitzt wird. Auf diese Weise wird erreicht, dass die feste Salpetermasse von oben her zu schmelzen beginnt, und so das Zersprengen des Gefässes B vermieden wird. Bei Temperaturen über 400° würde aber die Temperatursteigerung äusserst langsam vor sich gehen, wenn dies bei geschlossener Klappe vorgenommen wird; man hat daher dann die Klappe zu öffnen. Ist die gewünschte Temperatur erreicht, so schliesst man die Klappe ganz oder theilweise und erhält so die erforderliche Konstanz.

Dadurch, dass bei diesem Apparate die Flammengase zwischen den beiden Deckeln C und D hindurchstreichen, werden die in den Apparat einzuführenden Thermometer der Gefahr ausgesetzt, von diesen unmittelbar berührt zu werden. Um dies zu vermeiden, sind aus den beiden Deckeln C und D an entsprechenden Stellen kreisrunde Oeffnungen ausgeschnitten, in welche der zylindrische Messingeinsatz L fest hineinpasst, so dass in das Innere desselben die Heizgase nicht hineingelangen können. Boden und Deckel dieses Einsatzes sind an entsprechenden Stellen mit Löchern versehen, durch welche mittels Metallhülsen die Thermometer in den Apparat eingeführt werden können, ohne in Gefahr seitens der Heizgase zu kommen.

Um nun in dem Temperaturbade seiner ganzen Ausdehnung nach eine gleichmässige Temperatur zu erzielen, ist in demselben ein ebensolches Rührwerk wie in dem früher beschriebenen Apparate für das Oelbad angebracht worden. In der Richtung der Mittelpunkte der Halbkreise, welche die Endflächen des Gefässes B abstumpfen, befinden sich zwei Axen, an welche die Schnecken F und F_1[1]) angelöthet sind, so dass sie sich innerhalb der an den Deckel angeschraubten Zylinder E und E_1 drehen. Letztere sind oben durchbrochen, damit die durch die Bewegung der Schnecken F und F_1 emporgetriebene Flüssigkeit austreten kann. Auch reichen sie zu dem gleichen Zweck nicht bis auf den Boden von B, sondern bleiben etwa 3 *cm* von diesem entfernt. Das Gleiche ist mit den Axen

[1]) Es mag hier noch bemerkt werden, dass die Abbildung des Oelbades (*diese Zeitschrift, Jahrgang 1893, S. 198*) insofern ungenau ist, als in dem Rührwerk desselben sich ebensolche Schnecken befinden, wie sie in obiger Figur dargestellt sind. Auch ist für jenen Apparat ein ebensolcher Mantel hergestellt wie für das Salpeterbad. Dasselbe wurde zur Vereinfachung der Darstellung fortgelassen.

der Fall, die in Querleisten ruhen, welche sich am Ende der Zylinder E und E_1 befinden. Oben ruhen dieselben in den Böcken H und H_1, welche mit Schrauben am Deckel C befestigt sind und tragen die Rollen G und G_1, durch welche der Betrieb des Rührwerks mittels eines Wassermotors ermöglicht wird. Dass dieses Rührwerk sich in gleicher Weise wie beim Oelapparat bewährt hat, zeigen die weiter unten angeführten Beobachtungsresultate.

Die im Vorigen beschriebene Konstruktion des Apparates ergieht nun zwar eine grosse Konstanz und Gleichmässigkeit der Temperaturen des Bades, doch lässt sie einen Uebelstand bestehen, der freilich wohl nie beim Messen so hoher Temperaturen mittels Quecksilberthermometer sich wird vermeiden lassen. Dieser Uebelstand besteht darin, dass es nöthig ist, ein beträchtliches Stück des Quecksilberfadens aus dem Temperaturbade herausragen zu lassen, um den Stand der Kuppe desselben ablesen zu können. Bei dem Salpeterbad beträgt dieses Stück wenigstens 6 *cm*, da der Abstand der beiden Deckel 25 *cm* ausmacht und hierzu noch hinzukommt die Dicke der Deckel, der Abstand des Flüssigkeitsniveaus von dem Deckel D und das Stück, welches zum Ablesen des Instrumentes ausserhalb von C nothwendig ist. Bei Temperaturen gegen 500° benöthigte überdies die Länge der zu Gebote stehenden Instrumente noch etwa 100° oberhalb des Deckels C hervorragen zu lassen, so dass die für den herausragenden Faden anzubringende Korrektion bis auf 8° stieg.

Um diese Korrektion genau zu bestimmen, wurden Fadenthermometer in der von mir früher [1]) beschriebenen Form angewandt. Dieses sind Thermometer, deren Gefäss aus einem Kapillarrohr hergestellt ist, so dass es fadenförmig in die Länge gestreckt erscheint. An dieses ist eine engere Kapillare angeschmolzen, welche die Temperaturtheilung trägt. Zur Bestimmung der Korrektion für den herausragenden Faden bei einem Thermometer muss man ein solches Instrument so anbringen, dass das fadenförmige Gefäss sich neben demselben befindet, und die Einschnürungsstelle, wo die weitere Kapillare in die engere übergeht, um so viel unterhalb der Kuppe des Quecksilberfadens vom Thermometer einstellen, dass das in der engern Kapillare befindliche Quecksilber des Hilfsinstrumentes genau so hoch wie der Faden des Thermometers hinaufreichen würde, wenn das Gefäss des Fadenthermometers sich nicht verengte, sondern zylindrisch nach oben sich fortsetzte. Diese Grösse lässt sich leicht berechnen, doch reicht es für praktische Temperaturmessungen in der Regel aus, wenn man für je 100° der zu messenden Temperatur die Einschnürungsstelle um einen Grad unterhalb der Kuppe des herausragenden Fadens einstellt. Das Gefäss des Fadenthermometers muss aber stets so lang sein, dass sein unteres Ende bis in das Temperaturbad hineinreicht. Wie tief dasselbe in dieses eintaucht, ist gleichgiltig, doch werden etwaige Fehler des Hilfsinstrumentes das Resultat um so weniger beeinflussen, je kürzer das eintauchende Ende ist.

Bezeichnen dann T' und t' die Temperaturangaben des Thermometers und des Hilfsinstrumentes und r die Länge des Gefässes des letzteren, ausgedrückt in Graden des ersteren, so ist die zu T' hinzuzufügende Korrektion gleich

$$\frac{(T' - t) r}{1/\alpha + T' - r},$$

wo α den relativen Ausdehnungskoeffizienten des Quecksilbers in der zur Her-

[1]) *Diese Zeitschrift. 1893. S. 58.*



stellung des Thermometers verwandten Glassorte bedeutet. (Für das Jenaer Glas 16^{III} ist $1/\alpha = 6370$, für $59^{III} = 6080$.)

Diese Rechnung lässt sich umgehen, wenn man an dem Fadenthermometer eine einfache Hilfsskale anbringt, wie dies in der oben angeführten Veröffentlichung dargelegt ist. Alsdann kann man die gewünschte Korrektion unmittelbar am Hilfsinstrument ablesen. Die Vorzüge dieser Methode vor den bisher üblichen bestehen ausser in ihrer Einfachheit und Genauigkeit vor Allem darin, dass die Ermittlung zweier Grössen vermieden wird, die bei diesen nothwendig war. Erstens war die genaue Länge des herausragenden Fadens zu ermitteln, d. h. diejenige Stelle ausfindig zu machen, von der an das Thermometer aus dem Temperaturbad hervorragt, und zweitens hatte man die mittlere Temperatur des herausragenden Fadens zu bestimmen, was beides nur in den seltensten Fällen sich mit genügender Genauigkeit feststellen lässt.

Die hierbei befolgte Methode ist dieselbe, wie sie schon vielfach von Physikern in ähnlichen Fällen angewendet worden ist, so z. B. von Crova bei seinem Pyrometer, von Victor Meyer bei seinen Dampfdichtebestimmungen u. A. m. Für Thermometer ist dieselbe neuerdings von Guillaume in Vorschlag gebracht. Derselbe äusserte im Aprilhefte 1893 dieser Zeitschrift einige Bedenken gegen die von mir vorgeschlagene Form von Fadenthermometern, indem ihm ein einfaches Rohr ohne angeschmolzene Kapillare vortheilhafter scheinen wollte, erstens weil es unmöglich sei, an eine weitere Kapillare eine engere anzuschmelzen, und zweitens, weil der Meniskus im einfachen Rohr absolut ruhig sei.

Nun ist es allerdings schwierig, zwei Kapillaren von verschiedenem Querschnitt ohne Erweiterung an einander zu schmelzen, doch ist dies bei Instrumenten, die für die Reichsanstalt hergestellt sind, erreicht, ohne dass eine wahrnehmbare Erweiterung an der Schmelzstelle aufgetreten ist. Aber selbst wenn eine solche vorhanden, so lässt sich das betreffende Instrument dennoch wie ein anderes verwenden, nur darf die Erweiterung nicht allzu gross sein. Man muss dann als Länge r des Gefässes diejenige annehmen, welche man erhalten würde, wenn das im Gefässe des Instrumentes befindliche Quecksilber ein vollkommen zylindrisches Rohr vom gleichen Querschnitt wie das regelmässige Ende des Gefässes anfüllte. Bei richtiger Herstellung des Instrumentes lässt sich diese Länge stets hinreichend genau schätzen. Der andere Einwand, dass der Meniskus bei Instrumenten dieser Art für Ablesungen nicht ruhig genug sei, ist hinfällig. Denn ändert sich die Temperatur des herausragenden Fadens beim Thermometer, so müssen sich die Angaben des Hilfsinstrumentes in gleicher Weise ändern, ob dieses nun ein einfaches Korrektionsrohr nach dem Vorschlage von Guillaume ist, oder ob es die in der Reichsanstalt verwandte Form besitzt. Letzteres ist auch dann noch zu verwenden, wenn man nicht ein Fernrohr zur Ablesung benutzen kann, und es bleibt auch dann noch brauchbar, wenn die Temperaturmessung für sich allein nicht viel Zeit und Mühe in Anspruch nehmen darf, weil neben ihr gleichzeitig noch andere Beobachtungen auszuführen sind, wie dies in Laboratorien und technischen Betrieben in der Regel der Fall sein wird.

Dass bei Verwendung dieser Instrumente allen vorläufig bei Messung so hoher Temperaturen zu stellenden Anforderungen genügt werden kann, ergiebt sich aus folgenden Zusammenstellungen der Thermometervergleichungen, die in den letzten Monaten des vorigen Jahres in dem Salpeterbade vorgenommen sind. Die erste Tabelle enthält Vergleichungen von zwei Thermometern № 76 und

N 77, deren Korrektionen in Bezug auf das Luftthermometer im Salpeterbade direkt bestimmt worden waren mit Hilfe von zwei Fadenthermometern mit Gefässlängen von bez. 150 und 199 *mm*.

Datum der Beobachtung	Temperaturangabe nach *N* 76	Temperaturangabe nach *N* 77	Mittel beider Angaben	Gefässlänge des benutzten Fadenthermometers *r*
25. Okt.	298,75	298,43	298,59	100 *mm*
„	298,44	298,54	298,49	„
30. Okt.	312,95	313,21	313,08	„
„	325,61	325,38	325,50	„
„	332,54	332,74	332,64	„
1. Nov.	330,00	330,00	330,00	199 *mm*
„	330,25	330,12	330,19	„
„	342,35	342,07	342,21	„
7. Nov.	309,27	309,09	309,18	„
„	309,11	308,96	309,04	„
„	343,43	343,16	343,30	„
„	353,78	353,74	353,76	„
8. Nov.	367,37	367,42	367,40	„
„	375,17	375,23	375,20	„
„	396,29	396,56	396,43	„
„	397,58	397,82	397,70	„

Datum der Beobachtung	Temperaturangabe nach *N* 76	Temperaturangabe nach *N* 77	Mittel beider Angaben	Gefässlänge des benutzten Fadenthermometers *r*
9. Nov.	404,25	404,13	404,19	199 *mm*
„	403,72	403,51	403,62	„
„	418,50	418,55	418,53	„
„	417,47	417,45	417,46	„
25. Nov.	354,63	354,67	354,55	68 *mm*
„	351,96	351,79	351,88	„
„	350,81	350,54	350,68	„
27. Nov.	347,24	347,32	347,28	„
„	347,16	347,27	347,22	„
„	347,03	347,29	347,16	„
„	350,26	350,40	350,33	„
„	350,37	350,49	350,43	„
„	352,07	352,19	352,13	„

Die folgende Tabelle enthält Vergleichungen zwischen *N* 76 und dem Thermometer *N* 81, welches mittels der Instrumente *N* 76 und *N* 77 bestimmt worden ist; die Einrichtung derselben ist die gleiche wie in der ersten.

Datum der Beobachtung	Temperaturangabe nach *N* 76	Temperaturangabe nach *N* 81	Mittel beider Angaben	Gefässlänge des benutzten Fadenthermometers *r*
28. Nov.	372,50	372,64	372,57	68 *mm*
„	398,11	398,09	398,10	„
„	373,40	373,20	373,30	„
„	396,85	396,82	396,84	„
„	375,98	376,00	375,99	„
„	397,60	397,59	397,60	„
„	348,95	348,99	348,97	„
„	357,39	357,64	357,52	„
29. Nov.	356,90	356,79	356,85	„
„	357,58	357,39	357,49	„
„	374,58	374,81	374,70	„
„	398,25	398,22	398,24	„
„	378,82	373,69	373,76	„
„	395,77	395,74	395,76	„
„	372,80	372,76	372,78	„
„	397,47	397,45	397,46	„
„	397,82	397,86	397,84	„
„	396,94	397,02	396,98	„

Datum der Beobachtung	Temperaturangabe nach *N* 76	Temperaturangabe nach *N* 77	Mittel beider Angaben	Gefässlänge des benutzten Fadenthermometers *r*
30. Nov.	395,75	395,75	395,75	68 *mm*
„	426,68	426,41	426,55	199 *mm*
„	452,15	452,33	452,24	„
„	420,52	420,56	420,54	„
„	455,25	455,25	455,25	„
„	421,29	421,57	421,43	„
„	451,62	451,32	451,47	„
„	474,21	474,21	474,21	„
1. Dec.	395,95	395,93	395,94	„
„	427,33	427,26	427,30	„
„	450,45	450,17	450,31	„
2. Dec.	461,39	461,63	461,51	„
„	479,20	479,19	479,20	„
„	495,97	495,95	495,96	„
„	449,28	449,41	449,35	„
„	464,78	464,80	464,79	„
„	494,87	494,90	494,89	„

Die Abweichungen zwischen den Temperaturangaben der Instrumente betragen im Mittel nur 0,12°. Zwar steigen diese gelegentlich bis auf 0,3°, doch dürfte dies zum weitaus grössten Betrage wohl auf Beobachtungsfehler zurück-

zuführen sein. Die hier benutzten Instrumente *N* 76, *N* 77 und *N* 81 gehören nämlich zu den ersten in dieser Art hergestellten und haben deswegen noch nicht die Vollkommenheit, mit welcher dieselben neuerdings verfertigt werden. Ihre Gradlänge beträgt nur 0,7 bis 0,8 *mm* und die Theilstriche besitzen eine Breite, welche mehr als den fünften Theil des Gradintervalls ausmacht. Da die Instrumente nur mit der Lupe abgelesen wurden, sind gelegentliche Abweichungen bis zu 0,3° nicht zu vermeiden, namentlich bei ungünstiger Beleuchtung. Mit Instrumenten neuerer Art werden sich die Beobachtungen sicherlich noch bedeutend günstiger gestalten.

Dass aber die oben beschriebene Methode zur Bestimmung der Korrektion für den herausragenden Faden eine durchaus zuverlässige ist, geht aus den obigen Beobachtungen mit Sicherheit hervor, wenn man in Betracht zieht, dass dieselbe unter den verschiedensten Bedingungen in Anwendung gekommen ist. Zunächst weichen die benutzten Thermometer um ein Zehntel in ihrer Gradlänge von einander ab und sodann sind vier verschiedene Fadenthermometer verwandt worden, deren Gefässlängen bis zum Dreifachen von einander differiren. Dass unter so verschiedenen Bedingungen gleichmässig günstige Uebereinstimmung erzielt wurde, beweist die Güte der Methode, und es hat sich somit aus diesen Beobachtungen ergeben, dass mittels hochgradiger Quecksilberthermometer unter Zuhilfenahme von Fadenthermometern nach der angegebenen Form sich Temperaturmessungen über 500° hinaus und bis in das Gebiet der beginnenden Rothgluth hinein auf Zehntelgrade genau ausführen lassen.

Charlottenburg, den 15. Januar 1894.

Der Photochronograph in seiner Anwendung zu Polhöhenbestimmungen.

Von
Dr. **Otto Knopf** in Jena.

Unter derselben Ueberschrift wurde schon im vorigen Jahrgang *dieser Zeitschrift 1893, S. 150* ein von den Astronomen des *Georgetown College Observatory* in Washington, D. C., angegebenes Instrument besprochen, bei welchem nach Art des Chandler'schen Almucantar das Fernrohr auf Quecksilber schwimmt. Das im Folgenden zu beschreibende Instrument, im Gegensatz zum „schwimmenden Zenitbteleskop" als „Reflexionszenithteleskop" bezeichnet, hat denselben Zweck: Es dient ebenfalls zur Bestimmung der geographischen Breite nach der Horrebow-Talcott'schen Methode, die, wie a. a. O. etwas ausführlicher mitgetheilt, darin besteht, dass man die Differenz der nahezu gleichen Zenithabstände zweier Sterne, von denen der eine nördlich, der andere südlich vom Zenith kulminirt, im Gesichtsfeld des Fernrohres mikrometrisch ausmisst. Bei der gewöhnlichen Beobachtungsmethode mit dem Auge, wie auch bei der photographischen, a. a. O. besprochenen Methode, ist eine Umlegung des Instrumentes zwischen den Meridiandurchgängen der beiden Sterne erforderlich; dies wird aber vermieden bei der von Professor J. Algué, S. J., Astronomen der vorgenannten Sternwarte, getroffenen Einrichtung des Instrumentes.

Das Instrument (s. Fig. 1 a. f. S.) hat das Aussehen eines gewöhnlichen



Meridianrohres, besitzt jedoch kein Okular, sondern ist an beiden Enden mit je einem photographischen Objektiv versehen. Beide Objektive sind einander fast gleich, haben eine Oeffnung von 10,5 *cm* und eine Brennweite von 64 *cm*. Bei diesem Verhältniss der Oeffnung zur Brennweite lassen sich auf den Platten noch die Spuren der Sterne siebenter Grösse wahrnehmen. Die Brennebenen beider Objektive fallen zusammen.

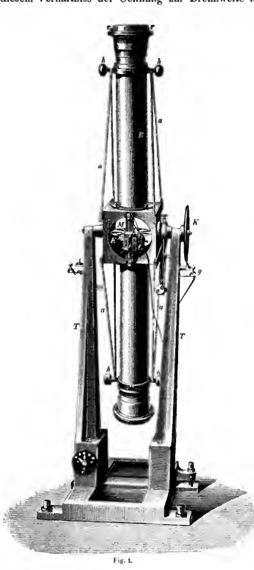


Fig. 1.

Das Rohr *R* würde zur Vermeidung der Biegung am besten aus einer Aluminiumlegirung hergestellt werden und nach den Enden zu einen sich verjüngenden Querschnitt besitzen; bei dem Georgetowner Instrument ist dies jedoch nicht der Fall, sondern es gehen zu dem Zweck von dem Kubus des Rohres vier Arme *a* nach zwei nahe den Objektiven um das Rohr gelegten Ringen oder vielmehr nach den damit verbundenen zugleich zur Bewegung des Rohres dienenden Handhaben *h*.

Die Fernrohraxe ruht auf 93 *cm* hohen, eisernen Trägern *T*, welche auf Steinpfeilern befestigt werden und zur Justirung des Instrumentes in Azimuth und Neigung mit den nöthigen Schrauben versehen sind.

Der Einstellungskreis *K* wird durch ein Glühlämpchen *g* beleuchtet und lässt mit Hilfe eines Nonius Minuten ablesen.

Dient das Instrument bloss als Passageninstrument zur Zeitbestimmung, so wird nur das eine der beiden Objektive benutzt; dient es aber zur Polhöhenbestimmung nach der Horrebow-Talcott'schen Methode, so wird das Rohr näherungsweise auf die mittlere Zenithdistanz der beiden Sterne, sei es nach Norden oder nach Süden von der Vertikallinie, eingestellt und durch das nach

oben gerichtete Objektiv der in dieser Richtung stehende Stern photographirt, durch das nach unten gerichtete Objektiv aber der auf der anderen Seite des Vertikals stehende Stern, nachdem er von einem unter dem Rohr befindlichen Quecksilberspiegel reflektirt worden ist. Das Gefäss, in welchem sich das Quecksilber befindet, ist $2\,m$ lang und $18\,cm$ breit. Es muss eine gegen Erschütterung durchaus gesicherte Aufstellung besitzen und möglichst tief unter dem Fernrohr liegen, damit selbst noch nahe dem Zenith kulminirende Sterne darin reflektirt und auch durch das volle Objektiv auf der photographischen Platte abgebildet werden.

In der gemeinsamen Brennebene der beiden Objektive befindet sich die lichtempfindliche Schicht der photographischen Platte. Letztere wird durch Federn fest gegen eine Glasplatte gedrückt, wobei die empfindliche Schicht dieser zugewandt ist, so dass die von den Objektiven kommenden Strahlen jedesmal erst eine Glasplatte zu durchdringen haben, ehe sie die lichtempfindliche Schicht treffen. Durch die Brechung, welche die Strahlen beim Eintritt in die Glasplatte erleiden, kommt eine Verzerrung der Bilder zu Stande. Da es sich aber nur um kleine Einfallswinkel handelt, so kann, wie sich unschwer zeigen lässt, diese Verzerrung als in einer Verjüngung des Maassstabes des Bildes bestehend betrachtet werden, die dem Abstand der betreffenden Stelle vom Brennpunkt proportional ist. Für die Ausmessung entsteht dadurch jedoch keine besondere Schwierigkeit, da der Maassstab, wie wir nachher sehen werden, erst empirisch aus der Platte bestimmt wird.

Die nur durch Korrektionsschräubchen innerhalb gewisser Grenzen verstellbare Glasplatte, gegen welche die photographische Platte gedrückt wird, hat auf ihrer inneren, der empfindlichen Schicht zugewandten Seite zwei senkrecht zu einander stehende, mit Diamant eingerissene Striche, welche nach Schluss der Aufnahme durch kurzes Vorhalten einer Handlampe vor das Objektiv auf das Bild photographirt werden und daselbst die Richtung des Meridians und Parallelkreises angeben sollen.

Mit einigen Umständen ist die Justirung des Instruments verknüpft. Hat man nach einer Bestimmung der Brennweiten der Objektive die letzteren in die richtige Entfernung von einander gebracht, so dass beider Brennebenen zusammenfallen, so handelt es sich darum, den Kollimationsfehler des Instrumentes zu beseitigen, d. h. die als Kollimationsaxe zu bezeichnende Verbindungslinie der beiden Objektivmittelpunkte in senkrechte Lage zur Fernrohraxe zu bringen.

Zunächst richtet man das eine Objektiv, das andere ganz unberücksichtigt lassend, auf ein irdisches Objekt und stellt das Bild desselben, welches man auf einer in die Fokalebene gebrachten, matt geschliffenen Glasscheibe auffängt, durch Drehen des Instrumentes im Azimuth auf den vertikalen Strich ein, legt dann das Fernrohr um und sieht zu, ob das Bild noch gut auf dem Strich einsteht. Ist dies durch Verschiebung der Strichplatte erreicht, so dreht man das Fernrohr um seine Axe, bis das zweite Objektiv auf jenen terrestrischen Gegenstand gerichtet ist. Fällt das Bild nicht auf den vertikalen Strich, so verschiebt man das zweite Objektiv mittels der zu diesem Zweck am Objektivkopf angebrachten Schrauben r so weit nach der Seite, bis das Zusammenfallen bewirkt ist.

Auf diese Weise wird die horizontale Kollimation beseitigt; der Schnittpunkt der Kollimationsaxe mit der Ebene des Strichkreuzes weicht vom Mittelpunkt des letzteren in horizontaler Richtung jetzt nicht mehr ab.



Um auch die vertikale Kollimation wegzubringen, stellt man das Fernrohr wieder auf ein irdisches Objekt ein, so dass das Bild auf den horizontalen Strich der Strichplatte fällt, dreht es dann um 180° herum und sieht, ob der Strich wiederum einsteht. Ist es nicht der Fall, so kann man den im übrigen ziemlich unschädlichen Fehler entweder durch eine Verschiebnng der Strichplatte oder durch eine Verschiebung des zweiten Objektivs wegschaffen.

Hinsichtlich der Neignng und des Azimnthes ist die Jnstirung dieselbe wie bei anderen Durchgangsinstrumenten.

In beistehender Skizze (Fig. 2) ist Z das Zenith, S der südliche, N der nördliche Stern im Meridian. ZO ist die mittlere Zenithdistanz der Sterne. Die beiden Objektive sind mit A und B bezeichnet, PP_1 ist die lichtempfindliche Schicht der photographischen Platte, QQ_1 der Quecksilberspiegel. Der nördliche Stern wird direkt, der südliche nach der Reflexion im Qnecksilberspiegel photographirt. Ist der Kollimationsfehler vollständig beseitigt, so fällt die Mitte des Strichkreuzes auf P_0. n und s sind die Bilder des nördlichen und südlichen Sternes bei ihrem Durchgang durch den Meridian. Wie ein Blick auf die Figur lehrt, fallen die Spuren des nördlich und südlich vom Zenith kulminirenden Sternes auf dieselbe Seite von der Kollimationsaxe. Die Differenz der Zenithabstände der beiden Sterne ist demnach gleich der Summe der Abstände der beiden Sternspuren von dem Schnittpunkt der Kollimationsaxe und der Brennebene, also gleich $P_0n + P_0s$, und nicht, wie es bei dem früher besprochenen Instrumente der Fall war, gleich dem Abstand der beiden Sternspuren von einander selbst. Will man daher aus einem einzigen Sternpaar die Polhöhe ableiten, so muss man die Lage jenes Schnittpunktes P_0 genau kennen. Man bedarf dieser Kenntniss aber nicht, wenn man noch ein zweites Sternpaar auf dieselbe Platte photographirt, nachdem man das Fernrohr entweder um seine Axe herumgedreht hat, so dass das bisher untere Objektiv zum oberen wird und umgekehrt, oder nachdem man es umgelegt hat.

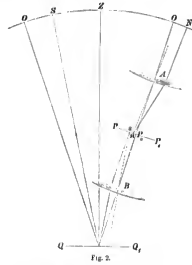


Fig. 2.

Aus den Durchgängen zweier Sternpaare kann man auch den vertikalen Kollimationsfehler seinem Werthe nach bestimmen, und es empfiehlt sich dies zu thun, um durch seine Berücksichtigung auch Durchgänge nur eines Paares, wenn das zweite Paar nicht erhalten wurde, zur Ableitung der Polhöhe benutzen zu können.

Damit endlich das Resultat nicht von der Biegung des Rohres beeinflusst werde, muss man dieselben zwei Sternpaare an zwei verschiedenen Abenden einstellen nnd jeden der Sterne einmal direkt und einmal reflektirt sich photographiren lassen. Das Mittel aus diesen Einzelbestimmungen ist frei von einer Korrektion wegen Biegung. Andererseits kann man auch aus den Durchgängen mehrerer Sternpaare von verschiedener Zenithdistanz in verschiedenen Nächten

den Biegungskoeffizienten des Fernrohres bestimmen. Bei dem Georgetowner Instrument war für die Zenithdistanzen, innerhalb deren das Instrument gebraucht wurde, keine Biegung des Rohres bemerkbar.

Der Maassstab für die Ausmessung des Bildes wird gewonnen mit Hilfe des Photochronographen. Dieser besteht aus einem mit einer Uhr in Verbindung stehenden Elektromagneten *E*, welcher bei dem alle Sekunden erfolgenden Stromschluss zwei mit sektorförmigen Ausschnitten versehene, 13 *cm* im Durchmesser haltende und 25 *mm* von einander entfernt auf derselben Axe sitzende Kreisscheiben *M* jedesmal um ein Stück weiter treibt, so dass bald eine Oeffnung, bald ein Feld in den Strahlengang tritt und so dem Licht der beiden Sterne der Weg zur photographischen Platte bald geöffnet, bald versperrt wird. Je nach der Lichtstärke der Sterne wendet man Scheiben mit mehr oder weniger sektorenförmigen Oeffnungen an. Die Axe der beiden Scheiben steht natürlich senkrecht zur Brennebene und liegt in der Verlängerung des vertikalen der Glasplatte eingeritzten Striches.

Gegen den Photochronographen, wie er in *dieser Zeitschrift 1892. S. 242* beschrieben ist, zeigt der hier benutzte nur den Unterschied, dass nicht eine auf- und abspielende Zunge, sondern eine mit Oeffnungen versehene rotirende Scheibe den Strahlengang bald hemmt, bald freilässt.

Durch eine unter dem Mikroskop vorgenommene, mikrometrische Ausmessung der Intervalle zwischen den Punkten in jeder der beiden Punktreihen wird nun der Maassstab gefunden für die Ausmessung der Entfernungen der Punktreihen von einander. Haben die beiden Objektive, wie dies wohl meist der Fall, verschiedene Brennweiten, so ergiebt sich auch der in Winkelmaass ausgedrückte Werth einer Umdrehung der Mikrometerschraube für die von den beiden Objektiven herrührenden Bilder verschieden. Eine Verjüngung des Maassstabes nach den Grenzen des Gesichtsfeldes hin wird die Mikrometerschraube mit einem fortschreitenden Fehler behaftet erscheinen lassen.

Welchem der zur Anwendung der Horrebow-Talcott'schen Methode dienenden Instrumente der Vorzug zu geben ist, lässt sich vielleicht kaum definitiv entscheiden. Das in Rede stehende hat den Vorzug, dass es während des Durchganges eines Sternpaares nicht berührt zu werden braucht; freilich ist behufs Elimination des Kollimationsfehlers die Aufnahme zweier Sternpaare nöthig. Ein weiterer Vorzug besteht darin, dass zwischen den Durchgängen der beiden Sterne kein Zeitintervall, wie es für die Umlegung eines Instrumentes erforderlich ist, liegen muss, und dass endlich bei gewissen Lagen der Sterne die Mikrometerschraube nur auf eine kurze Strecke beansprucht wird. Einen Nachtheil könnte man darin erblicken, dass Sterne, die sehr nahe dem Zenith kulminiren, von der Benutzung ausgeschlossen sind, doch brauchten bei dem Georgetowner Instrument die Sterne nur 3° vom Zenith abzustehen, wenn das untere Objektiv mit seiner ganzen Oeffnung zur Geltung kommen sollte. Bedenklicher ist wohl der Umstand, dass der Biegung des Rohres besondere Aufmerksamkeit zugewandt werden muss, da bei Vernachlässigung derselben nicht wie bei den während der Beobachtung umzulegenden Instrumenten die Differenz der in beiden Lagen statthabenden Biegungen, sondern die Summe der Biegungen der beiden Rohrhälften das Resultat verfälschen würde.

Die bisher mit dem Instrument gemachten Erfahrungen sind durchaus befriedigend.



Automatische Kreistheilmaschine.

Von

G. N. Saegmüller (früher in Firma und jetziger Inhaber von Fauth & Co.) in Washington, D. C.[1])

Die Maschine wurde von obengenannter Firma für den eigenen Gebrauch gebaut und ist bestimmt, die feinen Theilungen für die Kreise astronomischer und der feineren geodätischen Instrumente herzustellen. Sie ist gänzlich aus Gusseisen und Stahl gefertigt und die beweglichen Theile, wie Axen und Bewegungsschrauben, sind glashart. Da die Ausdehnungskoeffizienten von Gusseisen und Stahl beinahe gleich sind, so haben mässige Temperaturveränderungen im Allgemeinen keinen Einfluss auf die Maschine. Dennoch ist dafür gesorgt, dass bei grossen Kreisen, die mit der grössten Sorgfalt getheilt werden müssen, die Maschine mittels Metallthermometer automatisch auf gleicher Temperatur erhalten wird. Der Glaskasten, der dann die Maschine umgiebt, ist der Deutlichkeit halber von der Figur weggelassen.

Der Kreis *K* (vgl. Fig.) hat einen Durchmesser von einem Meter und es können Kreise von diesem und etlichen Zollen mehr im Durchmesser darauf getheilt werden. Die Axe, auf welcher der Kreis befestigt ist, ruht mit nur einigen Pfunden Gewicht in ihren Lagern, obwohl das volle Gewicht über 500 Pfund beträgt; wie schon bemerkt, ist die Axe mit ihren Lagern vollkommen glashart.

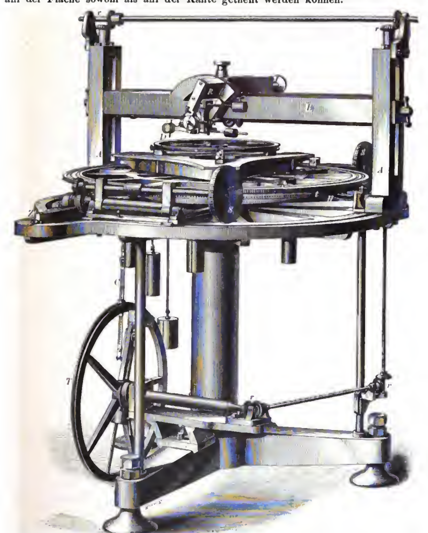
Der Kreis wird mittels zweier sich diametral gegenüberliegenden Schrauben *S* bewegt. Dieselben sind ebenfalls glashart und wurden aus gehärtetem Stahl hergestellt. Die beiden Schrauben sind derart miteinander verbunden, dass beiden eine absolut gleiche Bewegung mitgetheilt wird. Obwohl es leicht ist, zwei parallele Axen mittels Kegelrädern zu verbinden, wurde diese Methode nicht angewandt, da es unmöglich ist, zwei ganz genaue Kegelräder herzustellen und dann der Hauptbedingung, nämlich absolut symmetrischer Bewegung, nicht Genüge geleistet werden kann. Die Bewegung geschieht vielmehr mittels einer langen Zahnstange *Z*, die sich auf der Platte unter dem Kreis hin- und herbewegt und deren beide gezahnte Enden in Zahnräder eingreifen, welche auf der Schraubenaxe befestigt sind. Da nun diese Zahnräder und die beiden Enden der Zahnstange miteinander geschnitten wurden, ist blos Rücksicht darauf zu nehmen, dass man die korrespondirenden Zähne eingreifen lässt. Etwaige Fehler in den Zahnstangen oder den Zahnrädern hätten weiter keine Ungenauigkeiten zur Folge, da beide Schrauben unter denselben Bedingungen bewegt werden.

In den Kreis sind an seinem äusseren Rande 4320 Zähne eingeschnitten, in welche die beiden Schrauben eingreifen; jeder dieser Zähne repräsentirt fünf Bogenminuten und es ist klar, dass eine Umdrehung der Schraube diesem Werth entspricht.

Die Platte unter dem Kreis trägt zwei Ständer *A*, zwischen welchen ein Schlitten *B* auf- und abgeführt werden kann. Dieser Schlitten trägt den Apparat, der die Linien zu ziehen hat, das sogenannte Reisserwerk *R*, und kann also sowohl auf und ab als seitwärts verschoben werden, je nachdem dies die Grösse der zu theilenden Kreise nöthig macht. Der Apparat wird mittels einer rotirenden

[1]) Dieser Mittheilung, welche durch den Besuch des Redakteurs dieser Zeitschrift in der wohlbekannten, oben genannten amerikanischen Mechaniker-Firma veranlasst ist, werden demnächst andere Mittheilungen desselben Verfassers folgen. Die Figur, welche eine andere Art der technischen Ausführung zeigt, als sie bei den Figuren in dieser Zeitschrift üblich ist, wurde vom Herrn Verfasser gütigst zur Verfügung gestellt. D. Red.

Axe bewegt und kann so gestellt werden, dass er nicht nnr knrze oder lange Striche in verschiedener Reihenfolge zieht, sondern anch in horizontaler oder senkrechter Richtnng oder in irgend einer Zwischenlage arbeitet, so dass Kreise anf der Fläche sowohl als anf der Kante getheilt werden können.



Um die zu theilenden Kreise genan zentrisch anf die Maschine zu bekommen, werden dieselben mittels einer sehr empfindlichen Kontaktlibelle zentrirt.

Der Gang der Maschine ist nnn folgender: Das Triebrad *T*, gelagert auf einem der massiven Füsse des Dreifusses der Maschine, wird von einem Motor bewegt. Die Zahnstange *Z*, welche den beiden Schranben *S* Bewegung mittheilt,

ist mittels einer kräftigen Stahlkette C so mit dem Rad verbunden, dass eine rotirende Bewegung des Rades eine hin und hergehende Bewegung der Stange verursacht. Das Rad jedoch zieht die Stange bloss während eines halben Umganges an; während des anderen zieht ein Gewicht die Stange wieder zurück. Die Triebradaxe ist mittels konischer Räder r und Zahnstangen mit der Triebaxe des Reisserwerkes R, welches die Striche zu ziehen hat, verbunden und versetzt dieselbe in rotirende Bewegung; diese Axe hat zwei Exzenter, welche dem Diamant oder Stahl D sowohl eine auf und abgehende als hin und hergehende Bewegung ertheilen. Der Apparat ist so gestellt, dass, während die Triebstange vom Gewicht zurückgezogen wird und der Theilkreis ruhig steht, der Diamant sich herabsenkt und den Strich zieht, ehe das Rad anfängt, den Kreis wieder zu bewegen. Die Erfahrung hat gelehrt, dass, je langsamer der Diamant über die Fläche gleitet, desto schöner und glatter die Linie wird. Um jedoch die Maschine nicht zu langsam gehen lassen zu müssen, ist die Räderverbindung am Reisserwerk mittels elliptischer Zahnräder hergestellt, welche in der Art wirken, dass der Diamant sehr langsam zieht, aber sehr schnell vorwärts eilt, sobald der Strich gezogen ist.

Um Theilungen von verschiedener Feinheit herzustellen, ist ès nur nöthig, der Zahnstange, welche zwischen versetzbaren Anschlägen arbeitet, längeres oder kürzeres Spiel zu geben. Die Verbindung der Zahnräder mit der Schraube erfolgt mittels eines Sperrrades und zweier Sperrkegel; während des, durch obenerwähntes Gewicht verursachten Rückganges der Zahnstange, gleiten die Sperrkegel lose über das Sperrrad und die Schraube bleibt ruhig stehen.

Um das Abnutzen und das Geräusch gewöhnlicher Sperrkegel zu vermeiden sind diese so konstruirt, dass sie sich sofort auslösen, wenn der Rückgang beginnt, und wieder einfallen, wenn das Triebrad zieht.

Obwohl die 4320 Einschnitte in den Kreis mit der grössten Sorgfalt ausgeführt wurden, — diese Operation nahm allein mehrere Monate in Anspruch, — sind doch mehrere Unregelmässigkeiten vorhanden, welche, obwohl nur einige Bogensekunden betragend, dennoch zu gross sind, um bei grösseren Kreisen unberücksichtigt bleiben zu dürfen. Um diese Fehler zu eliminiren, ist folgende Korrektion angebracht: Die beiden Bewegungsschrauben sind nicht fest auf der Platte unter dem Kreise befestigt, sondern ruhen auf einer Metallplatte, die sich um die Theilmaschinenaxe drehen kann. Der Kreis trägt an seiner Unterseite einen vorstehenden Ring, in welchen 360 harte Justirschrauben t radial eingepasst sind; ein langer Stahlhebel H hat seinen Drehpunkt auf der Hauptplatte und sein kurzer Arm ist mit der Platte verbunden, welche beide Schrauben trägt; der lange Arm reicht unter den Kreis und wird gegen die vorerwähnten Justirschrauben t mittels eines Gewichtes angedrückt. Wären alle Schrauben von gleich genauer Länge, so würde dieser Hebel während der Drehung des Kreises ruhig verharren; steht jedoch eine oder die andere der Schrauben hervor, so wird der Hebel nach aussen gepresst, die Schraubenplatte nach der entgegengesetzten Seite, und da diese mittels der Triebschrauben mit dem Kreise verbunden ist und sich sehr leicht bewegt, so wird der Kreis dieselbe Bewegung mitmachen. Die Schraubenplatte selbst ruht auf harten Stahlkugeln, um der Hebelbewegung leicht folgen zu können. Die Korrektionen werden folglich durch eine Seitenverschiebung der Triebschrauben hervorgebracht. Mittels der Normaltheilung, welche durch stark vergrössernde Mikroskope beobachtet wird und deren Fehler scharf bestimmt

sind, können diese 360 Justirschrauben leicht und sicher eingestellt werden. Da die beiden Triebschrauben beinahe zwei Grade in den Kreis eingreifen, und da die Korrektion ganz stufenweise geschieht, indem der lange Hebelarm, wo er gegen die Justirschrauben anliegt, keilförmig geformt ist, so können mittels dieser 360 Schrauben alle kleinen Fehler im Hauptkreise eliminirt werden.

Die Leistung dieser Maschine zeigt die kritische Untersuchung des Meridiankreises, den wir für die Sternwarte in Cincinnati und in letzter Zeit des 45-zölligen Kreises am Meridiankreis der hiesigen Marine-Sternwarte, welche Instrumente wir bauten und welche auf dieser Maschine getheilt wurden. Die Resultate dieser Untersuchungen werden von den betreffenden Instituten in Bälde veröffentlicht werden; wir bemerken bloss, dass uns mitgetheilt wurde, dass alle Fehler innerhalb einer Bogensekunde liegen.

Was die Leistung der Maschine ohne obige Korrektur betrifft, so haben die Untersuchungen von acht Kreisen an Theodoliten, welche wir für die geologische Vermessungsbehörde der Vereinigten Staaten machten, ergeben, dass der grösste Fehler zwischen 2 und 3 Sekunden liegt.

Wie schon bemerkt, ist die Maschine vollkommen automatisch; nachdem der zu theilende Kreis zentrirt und Alles eingestellt ist, läuft die Maschine bis zum letzten Strich, stellt sich selbst ab und läutet eine Glocke, um dies anzuzeigen. Um einen Kreis in Intervalle von 5 Minuten zu theilen, benöthigt man eine Zeit von nicht ganz 8 Stunden.

Der Raum, in welchem diese werthvolle Maschine aufgestellt ist, wurde eigens zu diesem Zweck erbaut; ein solider Pfeiler aus Mauerwerk trägt die Maschine und die Wände sind doppelt, um die Temperatur so gleichmässig als möglich zu erhalten; das Ganze ist feuerfest.

Die Ausführung der Maschine ist äusserst solid und elegant; selbst die untergeordneten Theile sind auf das genaueste ausgeführt. Der Bau der Maschine nahm mehrere Jahre in Anspruch.

Ueber das Abbe'sche Krystallrefraktometer.[1])

Von

Prof. **W. Feussner** in Marburg.

I.

In der letzten Zeit habe ich Veranlassung gehabt, mich des neuerdings von Herrn **Abbe** konstruirten Refraktometers zu mehreren Messungen zu bedienen. Dadurch bin ich zu einer Untersuchung über dieses schöne, in verschiedener Beziehung so bequeme und brauchbare Instrument geführt worden, die ich im Folgenden mir mitzutheilen erlaube.

Von einer genaueren Beschreibung sehe ich ab, da sie schon mehrfach gegeben ist[2]) und wende mich gleich zur Untersuchung der Fehlerquellen.

Bekanntlich wird der Körper, dessen Brechungsindex n bestimmt werden soll, bei den Messungen mit einer ebenen Fläche auf die horizontale ebene Ober-

[1]) Aus den *Sitzungsber. d. Gesellsch. zur Beförderung d. gesammten Naturwissenschaften zu Marburg* vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

[2]) **Czapski**, *diese Zeitschrift 1890. S. 246. 269. — Neues. Jahrb. f. Mineralogie u. s. w., Beilage-Bd. VII. S. 175.*



fläche einer um eine vertikale Axe drehbaren Halbkugel aus Glas von dem bekannten (grösseren) Brechungsindex N aufgelegt (s. Fig. 1); ist dann der Grenzwinkel der Totalreflexion an der Berührungsfläche beider Körper ω, so ist:

$$n = N \sin \omega. \tag{1}$$

Es handelt sich also bei jeder Messung um die Bestimmung dieses Winkels ω.

Die austretenden Strahlen werden von einem Fernrohr aufgenommen, dessen Axe [1]) immer durch den Kugelmittelpunkt hindurchgehen soll. Es bewegt sich zu dem Zweck um eine horizontale, gleichfalls durch den Mittelpunkt der Kugel gehende Drehungsaxe, die von der Fernrohraxe in diesem Punkt senkrecht getroffen werden soll. Wenn diese Forderungen streng erfüllt sind, ist der Winkel zwischen der Vertikalen und der Axenrichtung des auf die Grenzkurve eingestellten Fernrohrs auch der Grenzwinkel ω. Da die Drehung des Fernrohrs an einem Theilkreise abgelesen werden kann, würde in diesem Fall die Bestimmung von ω leicht sein — am besten durch Einstellung auf beiden Seiten der Halbkugel und Halbirung der Differenz der erhaltenen Ablesungen. Die unvermeidlichen Unvollkommenheiten der mechanischen Ausführung verhindern aber die genaue Erfüllung dieser Bedingungen, und wir müssen untersuchen, wie gross der Einfluss ist, den sie ausüben. Dazu führen wir ein rechtwinkliges Koordinatensystem ein, dessen Z-Axe in die vertikale Drehungsaxe der Halbkugel falle und nach unten positiv gerechnet werde. Die Halbkugel ist mit Stellschrauben versehen, die ihre ebene Fläche senkrecht zur Umdrehungsaxe zu stellen gestatten; es werde angenommen, dass diese ohne grosse Schwierigkeit sehr scharf zu bewirkende Einstellung ausgeführt sei. Die Drehungsaxe des Fernrohrs habe den kleinsten Abstand a (Fig. 2) von der vertikalen Drehungsaxe; dieser ist senkrecht auf beiden Axen, liegt also in oder parallel zur ebenen Fläche der Halbkugel; wo er die Z-Axe trifft, sei O, der Anfangspunkt unseres Koordinatensystems. Die Y-Axe liege in der Richtung von a; in A treffe sie die Drehungsaxe AA_1 des Fernrohrs. Diese läuft der XZ-Ebene parallel; der kleine Winkel, den sie mit der XY-Ebene bildet, sei α. Die Fernrohraxe CC_1 habe von der Drehungsaxe AA_1 des Fernrohrs den kürzesten Abstand $BC = b$; durch passende Drehung um AA_1 lässt er sich der Y-Axe parallel machen, dies sei die „Anfangsstellung", die in Fig. 2 dargestellt ist. Die Fernrohraxe liegt dann der XZ-Ebene parallel; mit einer zu AA_1 und BC senkrechten Graden CC_2 bilde sie den kleinen Winkel β. Die Entfernung AB werde durch c bezeichnet. Drehen wir nun das Fernrohr um AA_1 aus der Anfangsstellung um den Winkel φ, so sind die Richtungscosinus von BC mit den Axen:

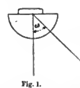


Fig. 1.

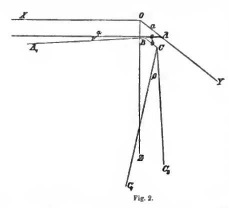


Fig. 2.

[1]) In der wirklichen Ausführung ist das Fernrohr dreimal gebrochen; wir sehen hier davon ab und verstehen unter seiner Axe den in dem Objektivende gelegenen Theil derselben.

$$\sin\alpha\sin\varphi,\quad \cos\varphi,\quad -\cos\alpha\sin\varphi,$$

die Koordinaten von C:

$$c\cos\alpha + b\sin\alpha\sin\varphi,\ a + b\cos\varphi,\ c\sin\alpha - b\cos\alpha\sin\varphi;$$

die Richtungscosinus der Fernrohraxe:

$$(2)\qquad \begin{aligned}\lambda &= \cos\alpha\sin\beta - \sin\alpha\cos\beta\cos\varphi,\\ \mu &= \cos\beta\sin\varphi,\\ \nu &= \sin\alpha\sin\beta + \cos\alpha\cos\beta\cos\varphi;\end{aligned}$$

und ihre Gleichungen:

$$(3)\quad \frac{1}{\lambda}(x - c\cos\alpha - b\sin\alpha\sin\varphi) = \frac{1}{\mu}(y - a - b\cos\varphi) = \frac{1}{\nu}(z - c\sin a + b\cos\alpha\sin\varphi).$$

Wir setzen nun voraus, dass a, b, c, α und β so klein seien, dass alle die zweite Ordnung in diesen Grössen übersteigenden Ausdrücke vernachlässigt werden dürfen. Es ist dann:

$$(2\text{a})\qquad \lambda = \beta - \alpha\cos\varphi,\ \mu = \sin\varphi - \frac{1}{2}\beta^2\sin\varphi,\ \nu = \cos\varphi + \alpha\beta - \frac{\alpha^2+\beta^2}{2}\cos\varphi,$$

und

$$(3\text{a})\qquad \begin{aligned}x &= c + \frac{y}{\sin\varphi}(\beta - \alpha\cos\varphi) - \frac{(a + b\cos\varphi)\beta}{\sin\varphi} + \frac{a\cos\varphi + b}{\sin\varphi}\alpha,\\ z &= y\operatorname{ctg}\varphi - \frac{a\cos\varphi + b}{\sin\varphi} + \left(\frac{\alpha\beta}{\sin\varphi} - \frac{1}{2}\alpha^2\operatorname{ctg}\varphi\right)y + c\alpha.\end{aligned}$$

Bezeichnen wir den Halbmesser der Halbkugel durch r, die Koordinaten ihres Mittelpunkts, die von derselben Kleinheit wie a, b, c vorausgesetzt werden, durch e, f, g, so müssen die Koordinaten x, y, z des Durchschnitts der Fernrohraxe mit der Kugelfläche sowohl der Gl. 3 bezw. 3a als auch der folgenden:

$$(x-e)^2 + (y-f)^2 + (z-g)^2 = r^2,$$

genügen. Zur Elimination von x und z mit Hilfe von 3a aus dieser Gleichung ist zu beachten, dass der gemachten Annahme zu Folge die kleinen Grössen nur bis zur zweiten Ordnung in a, b, c beizubehalten sind, also gesetzt werden kann:

$$x - e = \frac{\lambda}{\mu}(y-f) + c - e,$$

$$z - g = \frac{\nu}{\mu}(y-f) - \frac{K}{\mu} + c\alpha,$$

worin zur Abkürzung $K = (a-f)\cos\varphi + b + g\sin\varphi$ gesetzt ist.

Wir erhalten so:

$$(y-f)^2 - 2(K\nu - (c-e)\lambda\mu - c\alpha\mu\nu)(y-f) = r^2\mu^2 - K^2 - (c-e)^2\mu^2,$$

also:

$$(4)\qquad \left\{\begin{aligned}&y - f = r\mu + K\nu - \frac{K^2 + (c-e)^2}{2r}\mu - (c-e)\lambda\mu - c\alpha\mu\nu,\\ &\text{und damit}\\ &z - g = r\nu - K\mu - \frac{K^2 + (c-e)^2}{2r}\nu - (c-e)\lambda\nu - c\alpha\mu^2,\\ &x - e = r\lambda + c - e.\end{aligned}\right.$$

Ist i der Winkel zwischen der Fernrohraxe und der Normalen auf die Kugelfläche im Punkt $x\,y\,z$, so haben wir:

$$\cos i = \frac{\lambda(x-e) + \mu(y-f) + \nu(z-g)}{r} = 1 - \frac{K^2 + (c-e)^2}{2r^2},$$

folglich:

$$(5)\qquad \sin^2 i = \frac{K^2 + (c-e)^2}{r^2}.$$

Das Brechungsgesetz kann in folgende Form gebracht werden:

Wenn ein Lichtstrahl, der mit einer beliebigen Graden G den Winkel u bildet, an einer Fläche gebrochen wird, deren Normale im Einfallspunkt mit ihm den spitzen Winkel i und mit der Geraden G den Winkel w macht, und der Brechungsindex für den Uebergang aus dem ersten in das zweite Mittel n ist, so wird der von dem gebrochenen Strahl und G gebildete Winkel v bestimmt durch die Gleichung:

$$\cos v = \frac{1}{n}\left(\cos u + (\sqrt{n^2 - \sin^2 i} - \cos i)\cos w\right). \tag{6}$$

Wendet man diesen Satz auf den Uebergang eines in der Axe des Fernrohrs verlaufenden Strahls in die Halbkugel an, indem man die negative Z-Axe als G nimmt, so tritt ω, womit wir hier allgemein den Einfallswinkel auf die ebene Fläche der Halbkugel bezeichnen wollen, an die Stelle von v, ν an die Stelle von $\cos u$, $z - g/r$ an die Stelle von $\cos w$, N an die Stelle von n, während i auch den vorhin so bezeichneten Winkel bedeutet. Man hat also:

$$\cos\omega = \frac{1}{N}\left(\nu + (\sqrt{N^2 - \sin^2 i} - \cos i)\frac{z-g}{r}\right).$$

Da i ein sehr kleiner Winkel ist, so ist zu setzen:

$$\sqrt{N^2 - \sin^2 i} - \cos i = (N-1) + \frac{N-1}{2N}\sin^2 i.$$

Also haben wir mit Rücksicht auf die Gleichungen 2a, 4 und 5:

$$\cos\omega = \nu - \frac{N-1}{N}\frac{K}{r}\mu - \left(\frac{N-1}{N}\right)^2\frac{K^2}{2r^2}\nu - \frac{\nu}{2}\left(\frac{N-1}{N}\frac{c-e}{r} + \lambda\right)^2 + \frac{N-1}{N}\frac{c}{r}\alpha\mu^2 + \frac{\lambda^2\nu}{2}, \tag{7}$$

und daraus, wenn φ positiv und $< 90°$:

$$\sin\omega = \mu + \frac{N-1}{N}\frac{K}{r}\nu - \left(\frac{N-1}{N}\right)^2\frac{K^2}{2r^2}\mu + \frac{\nu^2}{2\mu}\left(\frac{N-1}{N}\frac{c-e}{r} + \lambda\right)^2 - \frac{N-1}{N}\frac{c}{r}\alpha\mu\nu + \frac{\lambda^2\mu}{2}, \tag{7a}$$

und wenn φ negativ und $> -90°$, in welchem Fall wir es mit φ' und das zugehörige K mit K' bezeichnen wollen:

$$\sin\omega = -\mu - \frac{N-1}{N}\frac{K'}{r}\nu + \left(\frac{N-1}{N}\right)^2\frac{K'^2}{2r^2}\mu - \frac{\nu^2}{2\mu}\left(\frac{N-1}{N}\frac{c-e}{r} + \lambda\right)^2 + \frac{N-1}{N}\frac{c}{r}\alpha\mu\nu - \frac{\lambda^2\mu}{2}; \tag{7b}$$

also, wenn man unter ω den Grenzwinkel der Totalreflexion und unter φ und φ' die zugehörigen Einstellungen des Fernrohrs auf beiden Seiten der Halbkugel versteht:

$$n = +N\sin\varphi + (N-1)\frac{K}{r}\cos\varphi - \frac{(N-1)^2}{2N}\frac{K^2}{r^2}\sin\varphi + \frac{N\cos^2\varphi}{2\sin\varphi}\left(\frac{N-1}{N}\frac{c-e}{r} + \beta - \alpha\cos\varphi\right)^2 - N\alpha\sin\varphi\cos\varphi\left(\frac{N-1}{N}\frac{c}{r} + \beta - \frac{\alpha}{2}\cos\varphi\right) \tag{8}$$

$$= -N\sin\varphi' - (N-1)\frac{K'}{r}\cos\varphi' + \frac{(N-1)^2}{2N}\frac{K'^2}{r^2}\sin\varphi' - \frac{N\cos^2\varphi'}{2\sin\varphi'}\left(\frac{N-1}{N}\frac{c-e}{r} + \beta - \alpha\cos\varphi'\right)^2 + N\alpha\sin\varphi'\cos\varphi'\left(\frac{N-1}{N}\frac{c}{r} + \beta - \frac{\alpha}{2}\cos\varphi'\right). \tag{8a}$$

Diese Gleichungen sind zur Bestimmung von n noch nicht brauchbar, da die Anfangsstellung, von der aus die Winkel φ und φ' zu rechnen sind, nicht bekannt ist. Dagegen geht aus den Messungen der Winkel $\varphi - \varphi'/2 = \psi$ hervor;

wir wollen diesen daher in die Gleichung für n einführen. Wir setzen zu dem Ende $\varphi' = -\varphi + 2\delta$, also:

$$(9) \qquad \varphi = \psi + \delta \qquad \varphi' = -\psi + \delta \text{ und}$$

$$\sin\varphi = \sin\psi + \cos\psi \,.\, \delta - \sin\psi \frac{\delta^2}{2},$$

$$\sin\varphi' = -\sin\psi + \cos\psi \,.\, \delta + \sin\psi \frac{\delta^2}{2},$$

$$\cos\varphi = \cos\psi - \sin\psi\, \delta - \cos\psi \frac{\delta^2}{2},$$

$$\cos\varphi' = \cos\psi + \sin\psi\, \delta - \cos\psi \frac{\delta^2}{2}.$$

Durch Einsetzung dieser Werthe in (8) und (8a) ergeben sich die Gleichungen:

$$(10) \quad n = N\sin\psi + \frac{N-1}{r}(A + g\sin\psi)\cos\psi$$
$$+ \left[N\cos\psi - \frac{N-1}{r}\Big((a-f)\sin\psi\cos\psi + A\sin\psi - g(\cos^2\psi - \sin^2\psi)\Big)\right]\delta$$
$$- \frac{(N-1)^2}{2Nr^2}(A + g\sin\psi)^2\sin\psi + \frac{N\cos^2\psi}{2\sin\psi}\left(\frac{N-1}{N}\frac{c-e}{r} + \beta - \alpha\cos\psi\right)^2$$
$$- N\alpha\sin\psi\cos\psi\left(\frac{N-1}{N}\frac{c}{r} + \beta - \frac{\alpha}{2}\cos\psi\right) - N\sin\psi\frac{\delta^2}{2},$$

$$= N\sin\psi - \frac{N-1}{r}(A - g\sin\psi)\cos\psi$$
$$- \left[N\cos\psi + \frac{N-1}{r}\Big((a-f)\sin\psi\cos\psi + A\sin\psi + g(\cos^2\psi - \sin^2\psi)\Big)\right]\delta$$
$$- \frac{(N-1)^2}{2Nr^2}(A - g\sin\psi)^2\sin\psi + \frac{N\cos^2\psi}{2\sin\psi}\left(\frac{N-1}{N}\frac{c-e}{r} + \beta - \alpha\cos\psi\right)^2$$
$$- N\alpha\sin\psi\cos\psi\left(\frac{N-1}{N}\frac{c}{r} + \beta - \frac{\alpha}{2}\cos\psi\right) - N\sin\psi\frac{\delta^2}{2},$$

worin $A = (a-f)\cos\psi + b$ gesetzt ist.

Durch Vergleichung ergiebt sich zunächst:

$$\frac{N-1}{r}A\cos\psi + \left(N\cos\psi + \frac{N-1}{r}g(\cos^2\psi - \sin^2\psi)\right)\delta - \frac{(N-1)^2}{Nr^2}Ag\sin^2\psi = 0,$$

also:

$$(11) \qquad \delta = -\frac{N-1}{Nr}A + \left(\frac{N-1}{Nr}\right)^2 Ag\cos\psi,$$

und

$$(12) \quad n = +N\sin\psi + \frac{N-1}{r}g\sin\psi\cos\psi + \frac{(N-1)^2}{Nr^2}A(a-f)\sin\psi\cos\psi$$
$$- \frac{(N-1)^2}{2Nr^2}g^2\sin^3\psi + \frac{N\cos^2\psi}{2\sin\psi}\left(\frac{N-1}{N}\frac{c-e}{r} + \beta - \alpha\cos\psi\right)^2$$
$$- N\alpha\sin\psi\cos\psi\left(\frac{N-1}{N}\frac{c}{r} + \beta - \frac{\alpha}{2}\cos\psi\right).$$

II.

Die in Gl. 8 und 12 enthaltenen Konstanten des Instruments lassen sich durch besondere Messungen, die jetzt auseinander gesetzt werden sollen, finden.

Um die beiden Koordinaten e und f des Mittelpunkts der Halbkugel zu bestimmen, lege man einen Fühlhebel an die Kugelfläche an, drehe diese um die Vertikalaxe und lese in regelmässigen Zwischenräumen den Stand des Fühlhebels ab. Daraus erhält man in leicht ersichtlicher Weise die gesuchten Koordinaten für jede Stellung der Kugel; auch kann man die Stellungen ableiten, wo $e = 0$ oder $f = 0$ ist, d. h. wo der Mittelpunkt in die Y- oder die X-Axe fällt.

Den Winkel α erhält man in folgender Weise. Man richte zwei auf unendliche Entfernung eingestellte Beobachtungsfernrohre, von denen das eine wie gewöhnlich mit einem Fadenkreuz, das andere statt dessen mit einer getheilten Glasplatte versehen ist, in der YZ-Ebene von oben unter gleichen Winkeln mit der Normalen gegen die horizontale Fläche der Halbkugel (in solcher Entfernung, dass das Refraktometerfernrohr nicht in seiner Bewegung gehemmt ist), sodass ein in der Axe des einen verlaufender Strahl nach der Reflexion nahe in die Axe des andern fällt, beleuchte das mit Fadenkreuz versehene vom Okularende aus und richte es so, dass das reflektirte Bild seines Fadenkreuzes in dem (mit der Vorsatzlinse versehenen) Refraktometerfernrohr genau mit dessen Fadenkreuz zusammenfällt. Der Winkel, den das Refraktometerfernrohr in dieser Stellung mit der positiven, nach unten gerichteten Z-Axe bildet, sei φ. Man beobachte nun auf der Theilung des zweiten Hilfsfernrohrs die beiden Fadenkreuze, das des auf $360°-\varphi$ gestellten Refraktometerfernrohrs und das des andern Beobachtungsfernrohrs; kennt man den Winkelwerth der Einheiten der Theilung, so hat man damit den Winkel ϑ, den die beiden Fernrohre mit einander bilden. Man sieht leicht, dass $\vartheta/2$ der Winkel ist, den das Refraktometerfernrohr mit der YZ-Ebene bildet. Bei seiner Kleinheit kann dieser Winkel gleich seinem Sinus oder dem Richtungscosinus des Refraktometerfernrohrs mit der X-Axe gesetzt werden. Nach Gleichung 2a ist also:

$$\vartheta = 2\,(\beta - \alpha \cos \varphi).$$

Findet man so bei zwei verschiedenen Stellungen der Fernrohre, wo sie die Winkel φ_1 und φ_2 mit der Z-Axe bilden, die Werthe ϑ_1 und ϑ_2, so hat man:

$$\vartheta_1 = 2\,(\beta - \alpha \cos \varphi_1) \text{ und } \vartheta_2 = 2\,(\beta - \alpha \cos \varphi_2), \text{ also}$$

$$\alpha = \frac{\vartheta_2 - \vartheta_1}{2\,(\cos \varphi_1 - \cos \varphi_2)}. \tag{13}$$

Aus diesen Messungen auch β zu bestimmen, hat für unseren Zweck keinen Werth, denn durch die Vorsatzlinse wird im Allgemeinen die Lage der optischen Axe des Fernrohrs beeinflusst; wir würden also nicht das β erhalten, welches in unsern Formeln vorkommt.

Die eben benutzten Beobachtungsfernrohre stelle man nun weiter so auf, dass das mit Fadenkreuz versehene Fernrohr die aus dem Refraktometerfernrohr austretenden und durch die Halbkugel auf dem Weg AOA_1 (s. Fig. 3) durchgehenden Strahlen auffängt, wobei die Fadenkreuze genau aufeinander eingestellt werden. Natürlich muss man dazu einfarbiges Licht verwenden. Das die getheilte Glasplatte enthaltende Fernrohr werde in die Richtung OB_1 gebracht und auf das von der ebenen Fläche der Halbkugel reflektirte Fadenkreuz des andern Hilfsfernrohrs eingestellt. Man beobachtet

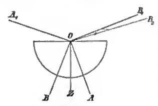


Fig. 3.

darin die Lage des Fadenkreuzes des in die Stellung BO gebrachten Refraktometerfernrohrs. Der Winkel, den der reflektirte Strahl OB_1 und der durchgegangene OB_2 mit einander bilden, sei ε, die Winkel ZOA und ZOB (unter letzterem den erhabenen Winkel verstanden) werden durch φ_1 und φ_2 bezeichnet, die Richtungscosinus des ersten Strahls in der Richtung B_1O durch $\lambda_1 \mu_1 \nu_1$, die des zweiten Strahls B_2O durch $\lambda_2 \mu_2 \nu_2$. Nennt man noch ω den Winkel, den die Strahlen innerhalb der Halbkugel mit OZ bilden, so findet man unter Anwendung von Gl. 6:

$$\lambda_1 = (N-1)\frac{c-e}{r} + N(\beta - \alpha \cos \varphi_1),$$
$$\mu_1 = -N \sin \omega + \frac{N}{2 \sin \omega}\left(\frac{N-1}{N}\,\frac{c-e}{r} + \beta - \alpha \cos \varphi_1\right)^2,$$
$$\nu_1 = \sqrt{1 - N^2 \sin^2 \omega},$$
$$\lambda_2 = -(N-1)\frac{c-e}{r} - N(\beta - \alpha \cos \varphi_2),$$
$$\mu_2 = -N \sin \omega + \frac{N}{2 \sin \omega}\left(\frac{N-1}{N}\,\frac{c-e}{r} + \beta - \alpha \cos \varphi_2\right)^2,$$
$$\nu_2 = \sqrt{1 - N^2 \sin^2 \omega}.$$

Daraus folgt:

$$\cos \varepsilon = \lambda_1 \lambda_2 + \mu_1 \mu_2 + \nu_1 \nu_2 = 1 - \frac{N^2}{2}\left(2\frac{N-1}{N}\,\frac{c-e}{r} + 2\beta - \alpha(\cos \varphi_1 + \cos \varphi_2)\right),$$

also:

$$\varepsilon = 2N\left(\frac{N-1}{N}\,\frac{c-e}{r} + \beta - \alpha \cos \psi\right), \tag{14}$$

worin $\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} = \psi - \pi$ und $\cos \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} = -1$ gesetzt ist.

Diese Gleichung verhilft uns zur Kenntniss der Summe $\frac{N-1}{N}\frac{c-e}{r} + \beta$, die wir zur Abkürzung durch γ bezeichnen wollen.

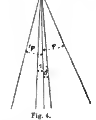


Fig. 4.

Liegt der Nullpunkt der Theilung so, dass der Anfangsstellung des Fernrohrs, wo die durch seine optische und seine Drehungsaxe bestimmte Ebene senkrecht auf der XY-Ebene steht, die Ablesung $\mathfrak{A}$ am Theilkreis entspricht (s. Fig. 4), und nennen wir die φ und φ' zugehörigen Ablesungen $\mathfrak{B}$ und $\mathfrak{B}'$, so ist:

$$\varphi = \mathfrak{B} - \mathfrak{A}, \quad \varphi' = \mathfrak{B}' - \mathfrak{A} - 360°, \tag{15}$$

und wenn wir $\mathfrak{B}' = 360° - \mathfrak{C}$ setzen;

$$\varphi' = -(\mathfrak{C} + \mathfrak{A}), \tag{15a}$$

also nach 9: $\psi = \frac{\mathfrak{B} + \mathfrak{C}}{2}$ und: $\mathfrak{A} + \delta = \frac{\mathfrak{B} - \mathfrak{C}}{2}$ oder gemäss Gleichung 11:

$$\mathfrak{A} = \frac{\mathfrak{B} - \mathfrak{C}}{2} + \frac{N-1}{Nr}A - \left(\frac{N-1}{Nr}\right)^2 g\,A \cos \psi. \tag{16}$$

Vernachlässigen wir hierin die Glieder, welche Produkte zweier kleinen Grössen enthalten, und bezeichnen die auf zwei verschiedene Messungen bezüglichen Ablesungen durch die Indizes 1 und 2, so bekommen wir:

$$\frac{N-1}{N}\,\frac{a-f}{r} = \frac{\mathfrak{B}_1 - \mathfrak{C}_1 - (\mathfrak{B}_2 - \mathfrak{C}_2)}{2(\cos \psi_2 - \cos \psi_1)} \quad \text{und}$$
$$\mathfrak{A} - \frac{N-1}{N}\,\frac{b}{r} = \frac{(\mathfrak{B}_1 - \mathfrak{C}_1)\cos \psi_2 - (\mathfrak{B}_2 - \mathfrak{C}_2)\cos \psi_1}{2(\cos \psi_2 - \cos \psi_1)}. \tag{17}$$

Wir wollen den ersten Ausdruck mit H, den zweiten mit J bezeichnen. Ohne Vernachlässigung bekommen wir aber:

$$\frac{N-1}{N}\,\frac{a-f}{r} = H\left(1 + \frac{N-1}{Nr}g(\cos \psi_1 + \cos \psi_2)\right) + \left(\frac{N-1}{Nr}\right)gb,$$
$$\mathfrak{A} - \frac{N-1}{N}\,\frac{b}{r} = J + \frac{N-1}{Nr}g\,H \cos \psi_1 \cos \psi_2. \tag{17a}$$

Auf der rechten Seite der Gleichung (12) ist jetzt nur der Ausdruck

$$\frac{N-1}{r}\left(g + \frac{N-1}{Nr}(a-f)\,b\right) = G$$

noch unbekannt. Er kann durch Beobachtungen an einem Körper von bekanntem Brechungsexponent, z. B. Luft, bestimmt werden. Bezeichnen wir die auf diesen Körper bezüglichen n und ψ durch n_0 und ψ_0 und setzen zur Abkürzung:

$$M_0 = \frac{(N-1)^2}{N r^2}(a-f)^2 \sin\psi_0 \cos^2\psi_0 + \frac{N\cos^2\psi_0}{2\sin\psi_0}\left(\frac{N-1}{N}\frac{c-e}{r} + \beta - \alpha\cos\psi_0\right)^2$$
$$- N\alpha \sin\psi_0 \cos\psi_0 \left(\frac{N-1}{N}\frac{c}{r} + \beta - \frac{\alpha}{2}\cos\psi_0\right),$$

so folgt aus (12):

$$n_0 - N\sin\psi_0 - M_0 = G\sin\psi_0\cos\psi_0 - \frac{1}{2N}G^2\sin^2\psi_0, \text{ also}$$

(18) $$G = \frac{n_0 - N\sin\psi_0 - M_0}{\sin\psi_0\cos\psi_0} + \frac{(n_0 - N\sin\psi_0)^2}{2N\cos^2\psi_0}.$$

Nach Ausführung der angegebenen Bestimmungen kann nun die Gl. (12) zur Messung der Brechungsindizes beliebiger Körper durch Beobachtung auf beiden Seiten der Halbkugel verwandt werden. Stellt man den Horizontalkreis so, dass e Null wird, so lassen sich die beiden letzten Glieder zusammenfassen und wir können schreiben:

(19) $$n = + N\sin\psi + G\sin\psi\cos\psi + NH^2\sin\psi\cos^2\psi$$
$$- \frac{G^2}{2N}\sin^2\psi + \frac{N\cos\psi}{\sin\psi}\left(\cos\psi\,\frac{\alpha^2+\gamma^2}{2} - \alpha\gamma\right).$$

Bei sehr guter Ausführung und Justirung des Instruments können die Glieder zweiter Ordnung so klein werden, dass sie nicht berücksichtigt zu werden brauchen; es bleibt dann als Korrektionsglied nur das allein übrig gebliebene der ersten Ordnung $\frac{N-1}{r}g\sin\psi\cos\psi$. Aber es ist bei jedem Instrument nöthig, sich davon zu überzeugen, da die Glieder zweiter Ordnung leicht eine nicht zu vernachlässigende Grösse erreichen.

In manchen Fällen kann man auch die Beobachtung auf beiden Seiten der Halbkugel nicht anwenden; dann muss man die Gleichung (8) bezw. (8a) durch (15) oder (15a) umformen. Das giebt:

(20) $$n = N\sin\mathfrak{B} + N\left(\frac{N-1}{N}\frac{\mathfrak{K}}{r} - \mathfrak{A}\right)\cos\mathfrak{B} - \frac{N}{2}\left(\frac{N-1}{N}\frac{\mathfrak{K}}{r} - \mathfrak{A}\right)^2\sin\mathfrak{B}$$
$$+ \frac{N-1}{r}\Big((a-f)\sin\mathfrak{B} - g\cos\mathfrak{B}\Big)\mathfrak{A}\cos\mathfrak{B} + \frac{N\cos^2\mathfrak{B}}{2\sin\mathfrak{B}}\left(\frac{N-1}{N}\frac{c-c}{r} + \beta - \alpha\cos\mathfrak{B}\right)^2$$
$$- N\alpha\sin\mathfrak{B}\cos\mathfrak{B}\left(\frac{N-1}{N}\frac{c}{r} + \beta - \frac{\alpha}{2}\cos\mathfrak{B}\right)$$

(20a) $$= N\sin\mathfrak{C} - N\left(\frac{N-1}{N}\frac{\mathfrak{K}'}{r} - \mathfrak{A}\right)\cos\mathfrak{C} - \frac{N}{2}\left(\frac{N-1}{N}\frac{\mathfrak{K}'}{r} - \mathfrak{A}\right)^2\sin\mathfrak{C}$$
$$+ \frac{N-1}{r}\Big((a-f)\sin\mathfrak{C} + g\cos\mathfrak{C}\Big)\mathfrak{A}\cos\mathfrak{C} + \frac{N\cos^2\mathfrak{C}}{2\sin\mathfrak{C}}\left(\frac{N-1}{N}\frac{c-c}{r} + \beta - \alpha\cos\mathfrak{C}\right)^2$$
$$- N\alpha\sin\mathfrak{C}\cos\mathfrak{C}\left(\frac{N-1}{N}\frac{c}{r} + \beta - \frac{\alpha}{2}\cos\mathfrak{C}\right),$$

worin
$$\mathfrak{K} = (a-f)\cos\mathfrak{B} + b + g\sin\mathfrak{B}$$
$$\mathfrak{K}' = (a-f)\cos\mathfrak{C} + b + g\sin\mathfrak{C} \text{ gesetzt ist.}$$

Diese Gleichungen lassen sich unter Berücksichtigung von (17a) so schreiben:

(21) $$n = + N\sin\mathfrak{B} + N(H\cos\mathfrak{B} - J)\cos\mathfrak{B} + G\sin\mathfrak{B}\cos\mathfrak{B}$$
$$+ GH\Big((\cos\psi_1 + \cos\psi_2)\cos\mathfrak{B} - \cos\psi_1\cos\psi_2\Big)\cos\mathfrak{B}$$
$$+ (NH\sin\mathfrak{B} - G\cos\mathfrak{B})J\cos\mathfrak{B} - \frac{N}{2}\left(\frac{N-1}{N}\frac{\mathfrak{K}}{r} - \mathfrak{A}\right)^2\sin\mathfrak{B}$$

$$+\frac{N\cos^2\mathfrak{B}}{2\sin\mathfrak{B}}\left(\frac{N-1}{N}\,\frac{c-e}{r}+\beta-\alpha\cos\mathfrak{B}\right)^2-N\alpha\sin\mathfrak{B}\cos\mathfrak{B}\left(\frac{N-1}{N}\,\frac{c}{r}+\beta-\frac{\alpha}{2}\cos\mathfrak{B}\right)$$

$$\text{(21 a)}\qquad n=+N\sin\mathfrak{C}-N(H\cos\mathfrak{C}-J)\cos\mathfrak{C}+G\sin\mathfrak{C}\cos\mathfrak{C}$$

$$+GH\Big((\cos\psi_1+\cos\psi_2)\cos\mathfrak{C}-\cos\psi_1\cos\psi_2\Big)\cos\mathfrak{C}$$

$$+(NH\sin\mathfrak{C}+G\cos\mathfrak{C})J\cos\mathfrak{C}-\frac{N}{2}\left(\frac{N-1}{N}\,\frac{\mathfrak{K}'}{r}-\mathfrak{A}\right)^2\sin\mathfrak{C}$$

$$+\frac{N\cos^2\mathfrak{C}}{2\sin\mathfrak{C}}\left(\frac{N-1}{N}\,\frac{c-e}{r}+\beta-\alpha\cos\mathfrak{C}\right)^2-N\alpha\sin\mathfrak{C}\cos\mathfrak{C}\left(\frac{N-1}{N}\,\frac{c}{r}+\beta-\frac{\alpha}{2}\cos\mathfrak{C}\right).$$

Man sieht daraus, dass die bisherigen Konstantenbestimmnngen auch hier ausreichen.

III.

Das im Vorstehenden angegebene Verfahren mag dnrch Messnngen an einem von der **Zeiss**'schen Werkstätte in Jena gelieferten Instrument näher erläutert werden.

Der znr Bestimmnng von e nnd f an die Kngelfläche angelegte Fühlhebel trug an dem möglichst nahe vertikal gestellten längeren Arm eine in Zehntel-Millimeter getheilte Glasplatte. Auf diese war ein Mikroskop mit Fadenkreuz gerichtet, dessen Stellung auf der Skale leicht auf Hundertel-Millimeter genau abgelesen werden konnte. Der Fühlhebel war in der YZ-Ebene angelegt, in welcher sich auch der Nullpnnkt des Nonius des horizontalen Theilkreises befindet, und bei der Drehung der Halbkugel um die Vertikalaxe ergaben sich zu den folgenden Stellungen des Theilkreises die darunter stehenden Ablesungen des Fühlhebels:

0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	360°
8,8	8,8	9,05	9,2	9,35	9,35	9,2	9,0	8,8

Die Zahlen bedeuten Zehntel-Millimeter und zeigen, dass der Mittelpnnkt der Halbkugel bei einer Einstellung etwa auf die Mitte zwischen 0° und 45° in der negativen Y-Axe und in der Mitte zwischen 180° und 225° in der positiven Y-Axe liegt.

Wir können also setzen:

$$e=\rho\sin(\chi-22^1/_2{}^\circ),\qquad f=-\rho\cos(\chi-22^1/_2{}^\circ),$$

worin ρ den Abstand des Mittelpunkts der Halbkugel von der vertikalen Drehungsaxe und χ den am Theilkreis abgelesenen Winkel bedeutet. Da nun nach der Messnng die grösste Differenz der Ablesnngen (zwischen $\chi=180°$ und $\chi=0°$) 0,055 *mm* beträgt und das Verhältniss des kurzen Arms des Fühlhebels zu dem langen gleich 1 zu 19,18 ist, so ergiebt sich:

$$\rho=\frac{0{,}055}{2\,.\,19{,}18\,.\,\cos 22^1/_2{}^\circ}=0{,}0016\ mm.$$

Zur Bestimmung von α wurde ein Beobachtungsfernrohr in der Brennebene des Objektivs mit einer Theilnng versehen und der Winkelwerth der Einheit derselben zu 25,'26 bestimmt. Dieses und ein zweites Fernrohr wurden dann wie oben angegeben auf die ebene Fläche der Halbkngel gerichtet und die dort beschriebenen Beobachtnngen über die Lage des Fadenkreuzbildes auf der Theilung gemacht. Es ergab sich bei zwei Versuchen:

φ	Lage des Fadenkreuzbildes des		ϑ
	Beobachtungsfernrohrs	Refraktometerfernrohrs	
I. $\varphi_1 = 246^\circ\ 6'13''$	62,0	100,2	$\vartheta_1 = 38{,}2 \,.\, 2'526 = 96'50$
I. $\varphi_2 = 219^\circ\ 20'43''$	58,2	99,3	$\vartheta_2 = 41{,}1 \,.\, 2'526 = 103'82$
II. $\varphi_1 = 250^\circ\ 6'0''$	21,7	60,0	$\vartheta_1 = 38{,}3 \,.\, 2'526 = 96'75$
II. $\varphi_2 = 206^\circ\ 34'50''$	17,4	60,2	$\vartheta_2 = 42{,}8 \,.\, 2'526 = 108'1$

Hieraus folgen nach Gleichnng (13) für α die beiden Werthe $9'{,}94$ und $10'{,}26$, also im Mittel $\alpha = 10'{,}10 = 0{,}002938$.

Weiter wurde eine Natriumflamme vor das Okular des Refraktometerfernrohrs gesetzt, die durch die Halbkugel, deren Brechungsexponent N für Natriumlicht zu 1,75119 angegeben ist, durchgetretenen Strahlen von einem in die Richtnng $A'O$ gebrachten Beobachtungsfernrohr aufgefangen und die beiden Fadenkreuze genau auf einander eingestellt. Das Mittel der Ablesungen an beiden Nonien des Refraktometers ergab $\mathfrak{B}_1 = 34^\circ\ 28'26''$. Nun wurde das Beobachtnngsfernrohr beleuchtet nnd das mit der getheilten Glasplatte versehene in der Richtnng $B'O$ so aufgestellt, dass an einer die Theilstriche senkrecht schneidenden Graden das Bild des Fadenkreuzes jenes Fernrohrs erschien; es lag auf der von links nach rechts, im Sinn der negativen X gerechneten Theilnng bei 58,5. Das Refraktometerfernrohr wnrde sodann auf die andere Seite der Halbkugel gedreht, mit der Natriumflamme beleuchtet und so eingestellt, dass sein Fadenkreuz ebenfalls auf der zu den Theilstrichen senkrechten Graden erschien. Es lag bei 83,6 und die Ablesungen an den Nonien ergaben $\mathfrak{B}_2 = 325^\circ\ 49'30''{,}5$. Daraus folgt:

$$\psi = 34^\circ\ 19'27''{,}75,$$

und da ein Theilstrich gleich 2,526 Minuten oder in Theilen des Radius gleich 2,526 . 0,0002909 ist:

$$\varepsilon = 25{,}1 \,.\, 2{,}526 \,.\, 0{,}0002909,$$

also nach Gleichung (14):

$$\gamma = \frac{N-1}{N}\,\frac{e-\varepsilon}{r} + \beta = \frac{\varepsilon}{2N} + \alpha \cos\psi = \frac{25{,}1 \,.\, 2{,}526 \,.\, 0{,}0002909}{2 \,.\, 1{,}75119}$$
$$+\, 10{,}10 \,.\, 0{,}0002909 \cos 34^\circ\ 19'27''75 = 0{,}00769.$$

Bei diesen Messnngen war der horizontale Theilkreis auf $22^1/_2{}^\circ$ eingestellt, also $e = 0$; es hat daher auch der in dem letzten Glied der Gleichungen (12), (19), (20) vorkommende Ausdruck $\frac{N-1}{N}\,\frac{e}{r} + \beta$ den eben bestimmten Werth.

Einstellungen auf die Grenze des durchgehenden Natriumlichtes bei Luft nnd Wasser ergaben die folgenden Ablesungen:

Luft.

	Fernrohr rechts	Fernrohr links
	34° 58′ 38″,5	325° 19′ 4″,0
	34 58 21,5	325 19 19,0
	34 58 17,5	325 19 15,0
Mittel	34 58 25,8	325 19 12,7

Wasser.

	Fernrohr rechts	Fernrohr links
	49° 44′ 6″,5	310° 33′ 52″,5
	49 43 59,0	310 33 50,5
	49 43 53,5	310 33 49,5
Mittel	49 43 59,7	310 33 50,8.

Beziehen wir den Index 1 auf Luft und 2 auf Wasser, so ist also

$$\mathfrak{B}_1 = 34^\circ\, 58'\, 25'',8 \qquad \mathfrak{C}_1 = 34^\circ\, 40'\, 47'',3$$
$$\mathfrak{B}_2 = 49\;\; 43\;\; 59,7 \qquad \mathfrak{C}_2 = 49\;\; 26\;\; 9,2$$
$$\psi_1 = 34\;\; 49\;\; 36,5 \qquad \psi_2 = 49\;\; 35\;\; 4,5.$$

Daraus nach (17):

$$H = \frac{-12'',0}{2\,(\cos 49^\circ\, 35'\, 4'',5 - \cos 34^\circ\, 49'\, 36'',5)} = 0{,}000168,$$

$$J = \frac{17'\, 38'',5 . \cos 49^\circ\, 35'\, 4'',5 - 17'\, 50'',5 . \cos 34^\circ\, 49'\, 36'',5}{2\,(\cos 49^\circ\, 35'\, 4'',5 - \cos 34^\circ\, 49'\, 36'',5)} = 0{,}002704,$$

und da sich $M_0 = 0{,}000014$ ergiebt, nach (18):

$$G = -\frac{0{,}000114}{\sin\psi_0\, \cos\psi_0} = -0{,}000243.$$

Damit bekommen wir nach (19):

$$(19^*) \qquad n = N \sin\psi - 0{,}000243 \sin\psi \cos\psi + \frac{\cos\psi}{10^6 \sin\psi}(59 \cos\psi - 40),$$

und nach (21) bezw. (21a):

$$(21^*) \qquad n = N \sin\mathfrak{B} - \frac{N \cos\mathfrak{B}}{10^6}(2704 - 168 \cos\mathfrak{B}) - 0{,}000243 \sin\mathfrak{B} \cos\mathfrak{B}$$
$$- \frac{N J^2}{2} \sin\mathfrak{B} + \frac{\operatorname{ctg}\mathfrak{B}}{10^6}(59 \cos\mathfrak{B} - 40),$$

$$(21a^*) \qquad n = N \sin\mathfrak{C} + \frac{N \cos\mathfrak{C}}{10^6}(2704 - 168 \cos\mathfrak{C}) - 0{,}000243 \sin\mathfrak{C} \cos\mathfrak{C}$$
$$- \frac{N J^2}{2} \sin\mathfrak{C} + \frac{\operatorname{ctg}\mathfrak{C}}{10^6}\, 59 \cos\mathfrak{C} - 40).$$

Besonders die Gleichung (19*) gestattet ein sehr bequemes Arbeiten. Die Korrektionsglieder sind hier in Folge der genauen Ausführung und Justirung des Instruments so klein, dass ihr Werth leicht aus der folgenden kleinen Tafel entnommen werden kann.

ψ	35°	40°	45°	50°	55°	60°
Korrektion	− 0,000102	− 0,000114	− 0,000120	− 0,000121	− 0,000119	− 0,000111
ψ	65°	70°	75°	80°	85°	90°
Korrektion	− 0,000100	− 0,000085	− 0,000068	− 0,000017	− 0,000024	0

Das letzte Glied $\frac{ctg\,\psi}{10^6}(59 \cos\psi - 40)$ trägt darin bis zu 12 Einheiten der sechsten Stelle bei. Dieselbe Tafel kann auch zur Ermittlung des Werths der drei letzten Glieder in (21*) und (21a*) dienen, wenn man noch beachtet, dass in Folge des vorletzten Glieds bei den zwei ersten Werthen (für 35° und 40°) 4, bei den drei folgenden (45° bis 55°) 5 und bei den übrigen 6 Einheiten der sechsten Stelle hinzuzufügen sind, so dass man hat für 35°: − 0,000106 u. s. w.

Beispiel. Mit Anwendung reflektirten Lichtes ergab sich bei einem Glasprisma, dessen Brechungsexponent von der Zeiss'schen Werkstätte zu 1,50094 angegeben war, als Mittel mehrerer Messungen:

$$\mathfrak{B} = 59^\circ\, 9'\, 5'',9 \qquad \mathfrak{C} = 58^\circ\, 51'\, 16'',5, \text{ also } \psi = 59^\circ\, 0'\, 11'',2.$$

Daraus folgt $N \sin \psi = 1{,}501110$; abzuziehen ist der obigen Tafel gemäss 0,000113; also haben wir:

$$n = 1{,}50100,$$

was um 6 Einheiten der fünften Stelle grösser ist als der angegebene Werth, ein Resultat, welches mit Rücksicht darauf, dass nach Mittheilung der Zeiss'schen Werkstatt die Brechungsexponenten sowohl der Halbkugel als des Prismas mit einer Unsicherheit von 3 bis 4 Einheiten der letzten Stelle behaftet sind, und dass sie sich auf eine Temperatur von 18 bis 19° C. beziehen, während unsere Messungen bei erheblich höherer Temperatur stattfanden, als befriedigend zu bezeichnen ist.

Benutzen wir die Gleichung (21*), so bekommen wir:

$$N \sin \mathfrak{B} = 1{,}503444,$$

für das zweite Glied: $-0{,}002351$ und die Summe der drei letzten nach der Tafel mit Berücksichtigung der beigefügten Bemerkung: $-0{,}000119$, also

$$n = 1{,}50097.$$

Endlich ergiebt Gleichung (21a*)

$$N \sin \mathfrak{C} = 1{,}498769,$$

für das zweite Glied: $+0{,}002370$ und die Summe der drei letzten wie eben $-0{,}000119$, also:

$$n = 1{,}50102.$$

IV.

Ich will noch zeigen, wie mit Hilfe eines kleinen Zusatzprismas Brechungsexponenten bestimmt werden können, die grösser sind als derjenige der Halbkugel.

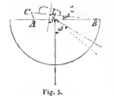


Fig. 5.

In der Fig. 5 bedeute ABC ein auf die Halbkugel aufgelegtes spitzwinkliges Prisma von starkbrechendem Glase, dessen Brechungsexponent N_1 grösser als N, der Brechungsexponent der Halbkugel, sei. Wird auf dies Prisma ein Körper vom Brechungsexponent n gelegt und ist i der Grenzwinkel der Totalreflexion an der Berührungsfläche, so ist:

$$n = N_1 \sin i.$$

Der Winkel, unter welchem die Grenzstrahlen auf die andere Prismenfläche einfallen, ist nun $i - \zeta$, wenn ζ den Prismenwinkel bedeutet, und wenn wir durch ω den Winkel bezeichnen, unter dem die Strahlen in die Halbkugel eintreten, so ist

$$N_1 \sin (i - \zeta) = N \sin \omega.$$

Daraus ergiebt sich:

$$n = N \sin \omega \cos \zeta + \sin \zeta \sqrt{N_1^2 - N^2 \sin^2 \omega}.$$

Hierin ersetzen wir $N \sin \omega$ durch seinen Werth aus Gleichung (8) (bezw. 8a), indem wir, um etwas zu vereinfachen, die Stellung der Halbkugel, wo $e = 0$ ist, voraussetzen und dementsprechend die beiden letzten Glieder zusammenziehen. Es ist dabei aber zu beachten, dass wir jetzt, wenn auf der andern Seite der Halbkugel beobachtet werden soll, diese selbst um 180° drehen müssen, weil das Licht von derselben Seite des Prismas einfallen muss; dadurch geht bei der zweiten Beobachtung f in $-f$ über, wodurch das Vorzeichen des Gliedes mit f in K' sich ändert.

Wir bekommen so:

$$
\begin{aligned}
n = {} & N \sin\varphi \cos\zeta + \sin\zeta \sqrt{N_1^2 - N^2 \sin^2\varphi} \\
& + (N-1)\frac{K}{r}\cos\varphi\left(\cos\zeta - \frac{N \sin\varphi \sin\zeta}{\sqrt{N_1^2 - N^2\sin^2\varphi}}\right) \\
& - \frac{(N-1)^2}{2}\frac{K^2}{r^2}\left(\frac{\sin\varphi\cos\zeta}{N} + \frac{N_1^2\cos 2\varphi + N^2\sin^4\varphi}{(N_1^2 - N^2\sin^2\varphi)^{3/2}}\sin\zeta\right) \\
& + N \operatorname{ctg}\varphi\left(\frac{\alpha^2+\gamma^2}{2}\cos\varphi - \alpha\gamma\right)\left(\cos\zeta - \frac{N\sin\varphi\sin\zeta}{\sqrt{N_1^2 - N^2\sin^2\varphi}}\right)
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
n = {} & - N \sin\varphi' \cos\zeta + \sin\zeta \sqrt{N_1^2 - N^2 \sin^2\varphi'} \\
& - (N-1)\frac{K'}{r}\cos\varphi'\left(\cos\zeta + \frac{N \sin\varphi' \sin\zeta}{\sqrt{N_1^2 - N^2\sin^2\varphi'}}\right) \\
& + \frac{(N-1)^2}{2}\frac{K'^2}{r^2}\left(\frac{\sin\varphi'\cos\zeta}{N} - \frac{N_1^2\cos 2\varphi' + N^2\sin^4\varphi'}{(N_1^2 - N^2\sin^2\varphi')^{3/2}}\sin\zeta\right) \\
& - N \operatorname{ctg}\varphi'\left(\frac{\alpha^2+\gamma^2}{2}\cos\varphi' - \alpha\gamma\right)\left(\cos\zeta + \frac{N\sin\varphi'\sin\zeta}{\sqrt{N_1^2 - N^2\sin^2\varphi'}}\right).
\end{aligned}
$$

Setzen wir hierin wieder wie oben:

$$\varphi = \psi + \delta \qquad \varphi' = -\psi + \delta,$$

so erhalten wir nach einigen Umformungen:

$$
\begin{aligned}
(22) \quad n = {} & N \sin\psi \cos\zeta + \sin\zeta \sqrt{N_1^2 - N^2 \sin\psi} \\
& + \frac{N-1}{r}(g\sin\psi - f\cos\psi)\cos\psi\left(\cos\zeta - \frac{N\sin\psi\sin\zeta}{\sqrt{N_1^2 - N^2\sin^2\psi}}\right) \\
& + \frac{(N-1)^2}{N r^2} a \sin\psi\cos\psi\,(a\cos\psi + b)\left(\cos\zeta - \frac{N\sin\psi\sin\zeta}{\sqrt{N_1^2 - N^2\sin^2\psi}}\right) \\
& - \frac{(N-1)^2}{2\,r^2}(g\sin\psi - f\cos\psi)^2\left(\frac{\sin\psi\cos\zeta}{N} + \frac{N^2\sin^4\psi + N_1^2\cos 2\psi}{(N_1^2 - N^2\sin^2\psi)^{\frac{3}{2}}}\sin\zeta\right) \\
& - \frac{N_1^2 (N-1)^2 \sin^2\psi\sin\zeta}{r^2 (N_1^2 - N^2\sin^2\psi)^{\frac{3}{2}}}(a\cos\psi + b)^2 \\
& + N\operatorname{ctg}\psi\left(\frac{\alpha^2+\gamma^2}{2}\cos\psi - \alpha\gamma\right)\left(\cos\zeta - \frac{N\sin\psi\sin\zeta}{\sqrt{N_1^2 - N^2\sin^2\psi}}\right).
\end{aligned}
$$

und wenn wir den Hilfswinkel χ einführen, indem wir setzen:

$$(23) \qquad \sin\chi = \frac{N}{N_1}\sin\psi,$$

$$
\begin{aligned}
(24) \quad n = {} & N_1 \sin(\chi + \zeta) + \frac{N-1}{r}(g\sin\psi - f\cos\psi)\cos\psi\,\frac{\cos(\chi+\zeta)}{\cos\chi} \\
& + \frac{(N-1)^2}{N r^2} a \sin\psi\cos\psi\,(a\cos\psi + b)\frac{\cos(\chi+\zeta)}{\cos\chi} - \frac{(N-1)^2\sin^2\psi\,(a\cos\psi + b)^2\sin\zeta}{r^2 N_1 \cos^3\chi} \\
& - \frac{(N-1)^2}{2 r^2}(g\sin\psi - f\cos\psi)^2\left(\frac{\sin\psi\cos(\chi+\zeta)}{N\cos\chi} + \frac{\cos^2\psi\sin\zeta}{N_1\cos^3\chi}\right) \\
& + N\operatorname{ctg}\psi\left(\frac{\alpha^2+\gamma^2}{2}\cos\psi - \alpha\gamma\right)\frac{\cos(\chi+\zeta)}{\cos\chi}.
\end{aligned}
$$

Den numerischen Bestimmungen gemäss, die wir für unser Instrument gefunden haben, können wir also setzen:

$$(24^*) \qquad n = N_1 \sin(\chi + \zeta) - C\,\frac{\cos(\chi+\zeta)}{\cos\chi},$$

worin:

$$C = 0{,}000243\,(1 - 0{,}20\operatorname{ctg}\psi)\sin\psi\cos\psi - \frac{\operatorname{ctg}\psi}{10^6}(59\cos\psi - 40)$$

gesetzt ist und aus folgender Tabelle entnommen werden kann:

ψ	35°	40°	45°	50°	55°	60°
C	0,000069	0,000085	0,000095	0,000101	0,000103	0,000099
ψ	65°	70°	75°	80°	85°	90°
C	0,000091	0,000079	0,000065	0,000046	0,000024	0

Ich habe mir für die Anwendung dieser Methode zwei kleine spitzwinklige Prismen anfertigen lassen, das eine vom Brechungsexponenten 1,8904 für Natriumlicht und dem Winkel $\zeta = 12° \, 4'50''$, das andere vom Brechungsexponent 1,9625 und $\zeta = 17° \, 56'27''$. Mit ihnen kann man Exponenten bis 1,93 bestimmen. Die experimentelle Prüfung der Methode ergab vollkommen befriedigende Resultate. Ich lasse als Beispiel die Bestimmung des Brechungsexponenten des schon oben (S. 97) benutzten Primas unter Anwendung des ersten Hilfsprimas ($n = 1,8904$) folgen.

Die Messung des Winkels ψ ergab:

$$\psi = 44° \, 29'42''.$$

Damit folgt aus (23):

$$\chi = 40° \, 29'0'', \text{ also } \chi + \zeta = 52° \, 33'50'',$$

und nach (24*)

$$n = 1,5010 - 0,0001$$
$$= 1,5009$$

in Uebereinstimmung mit dem von der Werkstatt angegebenen Werth.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Ueber die Unzulässigkeit des Vernickelns elektrischer und magnetischer Apparate.

Von Dr. A. Ebeling.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

In neuerer Zeit werden so vielfach Apparate vernickelt, dass es vielleicht angebracht ist, hierin Vorsicht anzurathen. Veranlassung dazu giebt ein spezieller Fall. Kürzlich wurde der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt eine mit Gradtheilung versehene Kompassbussole zur Untersuchung zugesandt, deren Magnetnadel ihre Richtung gegen den magnetischen Meridian beim Drehen der Bussole um ihre Axe änderte. Wurde nämlich die Bussole um 90° gedreht, so dass man zuerst die angegebene NS-Richtung und dann die OW-Richtung in den magnetischen Meridian brachte, so verschob sich die Richtung der Magnetnadel um volle 8°.

Dass der Fehler nur eine Folge der Vernickelung war, ergab sich daraus, dass die Bussole nach Entfernung des vernickelten Gehäuses keine Unregelmässigkeit mehr zeigte, und dass sich das von der Nickelschicht befreite Gehäuse als eisenfrei erwies.

Nun war die Bussole allerdings stark vernickelt; doch auch schon sehr dünne Nickelschichten machen den vernickelten Gegenstand magnetisch, wie ein Versuch zeigte. Es wurde nämlich ein Stab von absolut eisenfreiem Messing mit einer ganz schwachen Nickelschicht überzogen, so dass das Messing noch deutlich durchschimmerte, und doch zeigte sich jetzt der Stab magnetisch. Auch einen ziemlich hohen Betrag der Magnetisirung scheint eine solche Nickelschicht schon durch das Vernickeln allein zu erreichen; denn die Wirkung des Versuchsstabes auf eine Magnetometernadel war nach kräftigem Magnetisiren nur dreimal so gross als die durch das Vernickeln allein erzielte.

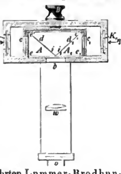
Bei rohen Apparaten wird das Vernickeln naturgemäss nichts schaden; bei Apparaten aber, die zu genaueren Messungen dienen, wie Kompassbussolen, Galvanoskopen für Isolationsprüfung u. s. w. wird man nach obigen Ausführungen von einer Vernickelung absehen müssen. Dies gilt besonders von allen denjenigen Apparaten, bei denen man bemüht ist, eisenfreies Material zu verwenden.

Referate.

Ueber ein Photometer.

Von E. W. Lehmann. (*Auszug aus einer Inauguraldissertation*). *Wied. Ann.* **49.** *S. 672. (1893.)*

Verfasser stellt zunächst die Bedingungen auf, welche ein Photometer zu erfüllen hat; dieselben stimmen fast wörtlich mit den bereits von Lummer und Brodhun (*diese Zeitschrift 1889* **9.** *S. 23*) aufgestellten Forderungen überein. Das hier beschriebene Photometer, welches diese Bedingungen vollständig erfüllen soll, besteht aus zwei total reflektirenden Prismen A und A_1, deren Kathetenflächen $c\,c'$ und $e_1\,e_1'$ matt geschliffen sind. Die beiden anderen Kathetenflächen sind so auf eine planparallele Platte gekittet, dass sie in einer Ebene liegen. Die ganze Kombination ist in einem Kasten befestigt, welcher bei b, K und K_1 Oeffnungen besitzt; durch die Lupe w werden die matten Flächen betrachtet. An dieser Stelle sei gleich darauf hingewiesen, dass bei der beschriebenen Anordnung die sehr wesentliche Bedingung No. 2 nicht erfüllt ist; es soll nämlich die Grenze, in der die beiden zu vergleichenden Felder zusammenstossen, möglichst scharf sein und im Moment der Gleichheit völlig verschwinden. An der Stelle b, wo die beiden Prismen zusammenstossen, wird aber immer eine Grenzlinie übrig bleiben, welche die Vergleichung der beiden Felder sehr erschwert. Bekanntlich ist dieser Fehler bei dem Doppelprisma von Lummer und Brodhun vollständig vermieden und es ist sehr zu verwundern, dass Verfasser mit seinem Photometer wieder auf die Fehler der alten Instrumente verfällt. Auf verschiedene andere offenbare Mängel des Instruments und Fehler in der Abhandlung kann hier nicht näher eingegangen werden, da dies über den Rahmen des Referats hinausgeht. Nach dem Vorstehenden ist es jedoch klar, dass die Genauigkeit des Lehmann'schen Photometers lange nicht so gross sein kann wie bei den von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in die Technik eingeführten Lummer-Brodhun-schen Photometern. Die vom Verfasser angewandte Registrirvorrichtung bietet dagegen gewisse Vortheile, da das Auge nicht durch die Ablesung bei den einzelnen Einstellungen ermüdet und gestört wird. Senkrecht zu der Photometerbank ist ein mit Papier überzogenes Brett verschiebbar, auf dem jede Einstellung markirt wird; zu diesem Zweck ist an der Unterseite des Photometers ein kleines Brett angebracht, durch das ein Bleistift gesteckt werden kann. Nach jeder Einstellung wird das Papier um ein kleines Stück verschoben, so dass man eine Reihe getrennter Punkte erhält. Verfasser erreicht auf diese Weise bei seinen Versuchen eine relativ grosse Genauigkeit. *W. J.*



Ein neues handliches Fokometer.

Von J. D. Everett. *Phil. Mag. V.* **35.** *S. 333. (1893).*

Das Wesentliche und Neue an dem Everett'schen Instrument ist die optische Bank, welche in einer vielfachen Scheere besteht (ganz gleich der u. A. in der Selling-schen Rechenmaschine angewandten sogen. „Nürnberger Scheere"). In den mittleren Kreuzungspunkten der Lamellen sind Stifte angebracht, über welche die Träger für die Linse, das Objekt und der das Bild auffangende Schirm gesteckt werden können. Durch Ausziehn oder Zusammenschieben wird die Entfernung jener Stifte innerhalb erheblicher Grenzen geändert, während das Verhältniss der Entfernungen konstant bleibt. Auf diese Weise kann man für die Entfernung der Linse zu Objekt und Bildebene so viele verschiedene Verhältnisse wählen, als Lamellenpaare vorhanden sind.

Der Verf. giebt in seiner Mittheilung noch manche Winke für die Konstruktion



des Apparates und der dazugehörigen Schirme, sowie Hinweise auf den mannigfachen Gebrauch, dessen derselbe fähig ist. Natürlich handelt es sich nicht um ein Präzisionsinstrument, sondern um einen möglichst einfachen und bequemen Schul- bezw. Demonstrationsapparat. *Cz.*

Kolorimeter mit Lummer-Brodhun'schem Prismenpaare.

Von Dr. H. Krüss. *Zeitschrift f. anorgan. Chemie 5. S. 325. (1893).*

Die Konzentration einer gefärbten Lösung kann durch Vergleichung mit einer Lösung desselben Körpers von bekanntem Gehalt in der Weise bestimmt werden, dass man die Färbung der beiden Lösungen bei durchfallendem Licht durch Veränderung der Schichtdicke gleich zu machen sucht. Die Konzentration der beiden Lösungen verhält sich dann umgekehrt wie die Länge der beiden Flüssigkeitssäulen. Diese sogenannte „kolorimetrische Methode" kommt also auf eine photometrische Vergleichung zweier gleichgefärbter Flächen hinaus. Verfasser benutzt nun hierzu das in *dieser Zeitschrift 1889, S. 23 u. 41*, beschriebene Photometer von Lummer und Brodhun, bei welchem zwischen den beiden zu vergleichenden Feldern keine Trennungslinie auftritt und welches daher eine grössere Genauigkeit als andere Photometer besitzt. Fig. 1 zeigt die Mensuren C_1 und C_2, welche die beiden Lösungen enthalten und die aufgesetzte photometrische Vorrichtung. Die Anordnung der letzteren ist aus Fig. 2 ersichtlich. Hierin bedeutet A und B das Lummer-Brodhun'sche Doppelprisma, während die Prismen p_1 und p_2 dazu dienen, die durch C_1 und C_2 hindurchgehenden Strahlen nach dem Doppelprisma zu reflektiren; der Gang der Lichtstrahlen ist in der Figur angegeben. Durch die Lupe L wird die Hypotenusenfläche dieses Prismas betrachtet; die von C_1 und C_2 kommenden Lichtstrahlen werden theils an dieser Fläche reflektirt, theils gehen sie (durch die Berührungsfläche rs der Prismen A und B) geradlinig hindurch. Besitzen C_1 und C_2 gleiche Helligkeiten, so erscheint die Hypotenusenfläche gleichmässig gefärbt, während andernfalls die Kreisfläche rs heller oder dunkler als der übrige Theil der Fläche beleuchtet ist. Referent bemerkt zu dem Vorstehenden, dass eine ganz gleiche Prismenanordnung, wie die in Fig. 1 abgebildete, vor längerer Zeit nach Angabe der Herren Lummer und Brodhun von der Firma Fr. Schmidt & Haensch für die Physikalisch-Technische Reichsanstalt ausgeführt worden ist, doch sind bei diesem Apparat die Prismen A, B, p_1, p_2 zu einem Stück zusammengekittet, um ihn für den technischen Gebrauch einfacher zu gestalten. Diese photometrische Vorrichtung wurde auf der Versammlung der deutschen Gas- und Wasserfachmänner in Dresden von Herrn Dr. Brodhun am 19. Juni v. J. vorgezeigt. *W. J.*

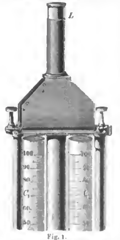


Fig. 1.

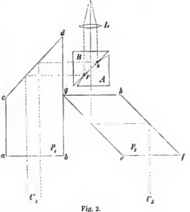


Fig. 2.



Die Veränderungen in Karten und Plänen in Folge von Dehnung und Zusammenziehung des Papiers.

Von G. Roncagli. (Sonderabzug aus: *L'Ingegneria Civile, XIX.*)

Der Verfasser untersucht eingehend die Verzerrungen an Strecken und Flächen, die auf Plänen durch Dehnungen oder Eingehen des Papiers hervorgerufen werden und die Methoden zur Berücksichtigung der so entstehenden Fehlerbeträge. Bei Planimeter-Arbeiten für Katasterzwecke oder auch z. B. auf geographischen Karten ist und bleibt übrigens die sicherste Methode nicht die einer *„compensazione meccanica"* am Instrument, sondern die, dass man stets dafür sorgt, nur relative Bestimmungen machen zu müssen, wobei dann die Entfernung zwischen Gelenk und Fahrstift beim Polarplanimeter ganz gleichgiltig ist: die Theile der zu bestimmenden Fläche, die vollständig von den Maschen des Koordinatennetzes oder von den „Gradtrapezen" der Karte überspannt werden, kommen für die Bestimmung gar nicht in Betracht, da ihr Inhalt zum Voraus fehlerfrei bekannt ist; und die über solche Einheiten hinausragenden Flächentheile werden relativ bestimmt, indem man stets das Flächengrundmaass, dem irgend ein Flächentheil angehört, ebenfalls umfährt. — Zum Schluss untersucht der Verfasser auch noch einen Pantograph-Planimeter zur Bestimmung von kleinen Flächen. *Hammer.*

Ueber ein neues Modell des elektrischen Flammenofens mit beweglichen Elektroden.

Von H. Moissan. *Compt. Rend.* ***117.*** *S. 679. (1893.)*

Bei dem vom Verfasser neuerdings konstruirten Flammenofen werden die zu schmelzenden Substanzen nur der Hitze des Lichtbogens ausgesetzt, ohne durch die elektrolytischen Vorgänge beeinflusst zu werden. Der aus Kalkstein bestehende Ofen hat eine parallelepipedische Form und seine Innenwände sind abwechselnd mit vier je 1 *cm* dicken Platten von besonders präparirter Magnesia und von Kohle belegt, und zwar in der Weise, dass eine Kohlenplatte den innersten Belag bildet, während eine Magnesiaplatte mit dem Kalk in Berührung ist. Die Elektroden sind durch Löcher in der Seitenwand beweglich eingeführt, so dass man den Lichtbogen nach Belieben auslöschen oder entstehen lassen kann. Durch die eine Seitenwand ist senkrecht zu den Elektroden eine etwas geneigte Kohlenröhre eingeführt, die 1 *cm* unterhalb der Elektroden in dem Ofen mündet. Durch diese kann man die zu reduzirenden und zu schmelzenden Substanzen einbringen, die sich nach dem Schmelzen am Boden des Ofens sammeln. Verfasser konnte auf diese Weise unter Anwendung eines Stromes von 600 *A* bei 60 *V* im Verlauf einer Stunde ein 2 *kg* schweres Stück geschmolzenes metallisches Chrom erhalten, das sich gut poliren liess. Die Veröffentlichung weiterer Versuche steht in Aussicht. *W. J.*

Einiges anderes über Distanzmessungen mit besonderer Berücksichtigung unseres Differential-Distanzmessers in Verbindung mit unserem „Universal-Tacheograph".

Von V. v. Ziegler und K. Hager in Luxemburg.

Die Verfasser haben einen Schrauben-Distanzmesser konstruirt, der auf folgender Ueberlegung beruht: Denkt man sich in dem aufzunehmenden Punkt die Latte vertikal aufgestellt und an dem Instrument, das in einem bestimmten Standpunkt aufgestellt sei, eine Vorrichtung, die gestattet, das Fernrohr an einer festen vertikalen Schiene (die also in konstantem Abstand von der Kippaxe sich befindet) um ein linear konstantes Stück niedergleiten zu lassen, so ist die Differenz der Lattenablesungen, die der Einstellung des Fernrohrs auf Anfangspunkt und Endpunkt jener konstanten vertikalen Instrumenten-Strecke entsprechen, proportional der horizontalen Entfernung zwischen Instrumentenstandpunkt und Lattenpunkt. Das Instrument ist also ein „automatischer" Distanzmesser, indem die „Reduktion auf den Horizont", welche die gewöhnlichen Fadendistanzmesser erfordern, nicht in Betracht kommt, und beruht auf demselben Prinzip, das auch schon verschiedenen „Kontakt-Distanzmessern" zu Grunde liegt. Es ist aber nicht

ein Tachymeter (die Verfasser bleiben als Nachbarn der Franzosen bei Tacheometer) im Sinne der bei uns üblichen Bedeutung des Worts (Tachymetrie vor allem = Verbindung von Horizontal- und Vertikalmessung), im Gegentheil empfehlen die Verfasser, Lage- und Höhenmessungen zu trennen. — Ref. hat das Instrument noch nicht in der Hand gehabt, ist also nicht im Stande, ein endgiltiges Urtheil darüber abzugeben. So viel ist aber ohne weiteres zu sagen, dass die Verfasser mit der Behauptung, die Tachygraphie habe an Stelle der Tachymetrie zu treten, das Geschick des Messtisches, dessen wärmste Freunde nicht leugnen können, dass er mehr und mehr an Boden verliert (aus dem sehr einfachen Grund, weil mehr und mehr in Kulturländern topographische Aufnahmen ohne Kataster-Plan-Grundlage selten werden), nicht aufhalten werden; dass ferner mit Behauptungen über die Genauigkeit des neuen Instruments (nach S. 11 hat kein anderes Instrument dieselbe Genauigkeit erreicht) und über die Kosten der Aufnahme (nach S. 17 auf $1/6$ der seitherigen reduzirt) nichts gewonnen ist, dass es im Gegentheil auffällt, dass die Verfasser, die ihre Erfindung nach langen praktischen Erfahrungen als Praktiker zu praktischen Zwecken gemacht haben, keine einzige Zahl aus der wirklichen Praxis mittheilen; dass endlich mit Angaben über die Genauigkeit, mit der die Mikrometerschraube die konstante vertikale Instrumentenstrecke zu messen gestatten kann ($1/1000$ bis $1/10000$ *mm*), abermals nichts gewonnen ist. Man bedenke nur: auf einer 6 *m* langen Latte liegt der Nullpunkt oben; auf diesen Nullpunkt ist die erste Einstellung des Fernrohrs zu machen; dann kommt eine Schraubenkippung des Fernrohrs, und nach Einstellung des Schraubenkopfs auf die Marke wird die (zweite) Lattenablesung gemacht, deren Produkt mit einer Konstanten die Horizontaldistanz liefert. — Ich betone aber nochmals, dass ich mit diesen Bemerkungen eigenen oder anderen Erfahrungen aus der wirklichen, nicht sogenannten, Messungs-Praxis nicht vorgreifen will. *Hammer.*

Licht und Wärme des Lichtbogens.

Von J. Violle. *Journ. de Phys. III. 2. S. 545. (1893).*

Nach den Versuchen des Verfassers zeigt der elektrische Lichtbogen eine grosse Konstanz der Leuchtkraft, die auch in sehr weiten Grenzen von der Stromstärke und Spannung unabhängig ist. (Die Versuche bewegen sich zwischen 10 bis 400 *A* und 50 bis 85 *V*.) Verfasser führt diesen Umstand darauf zurück, dass ein Verdampfen der Kohle, also ein streng definirter physikalischer Vorgang stattfindet; die Temperatur des Lichtbogens bestimmt er auf kalorimetrischem Wege dadurch, dass er ein Stück der glühenden Kohle abstösst und in ein Gefäss mit Wasser fallen lässt. Da die spezifische Wärme der Kohle bei der hohen Temperatur nur ungenau bekannt ist, erhält man nur einen angenäherten Werth; Verfasser giebt die Temperatur zu etwa 3500° an. Der zum Schmelzen sehr schwer flüssiger Metalle (Chrom, Magnesium) eingerichtete Ofen ist demjenigen von Moissan (*Compt. Rend.* **117**. *S. 679. 1893.* Vgl. auch das Referat auf voriger Seite) ähnlich; die Elektroden sind beweglich und die Schmelzung wird in einem unter dieselben gestellten Tiegel aus Retortenkohle vorgenommen. Die grosse Konstanz der Leuchtkraft des Bogens lässt es als möglich erscheinen, denselben eventuell als Lichteinheit zu verwenden. *W. J.*

Rotationsluftpumpe.

Von F. Schulze-Berge. *Wied. Ann.* **50**. *S. 368. (1893).*

Die vom Verfasser und dessen Bruder konstruirte Quecksilberluftpumpe soll den Vorzug besitzen, in kurzer Zeit vorzügliche Vakua selbst in ausgedehnten Räumen zu erzeugen. Es werden verschiedene Apparate beschrieben (eine ringförmige Hahnluftpumpe, eine ringförmige Ventilluftpumpe und eine Doppelringpumpe), denen alle dasselbe Prinzip zu Grunde liegt. Da diese Pumpen theilweise etwas komplizirt und ohne umfangreiche Figur nicht zu beschreiben sind, so soll hier nur das Prinzip derselben mitgetheilt werden. Der

Pumpenraum besteht aus einem Rohr, welches in einem oder mehreren Ringen kreisförmig gebogen ist und in sich selbst zurückkehrt; dasselbe wird stets in derselben Richtung gedreht, während der einen Theil des Rohres füllende Quecksilberkolben an derselben Stelle bleibt. Dieser Kolben erzeugt auf der einen Seite ein Vakuum, auf der anderen schiebt er die abgesaugte Luft vor sich hin. Die erforderliche Verbindung des Pumpenraums mit dem Rezipienten und der Atmosphäre wird durch Hähne oder Ventile selbstthätig bewirkt, die in den verschiedenen Stellungen des Rohres verschieden funktioniren. Die Pumpe erfordert somit weiter keinerlei Manipulation als eine einfache Drehung, und kann daher leicht mechanisch betrieben werden. Als Trockenmittel zur Erzielung hoher Evakuation benutzt Verfasser mit gutem Erfolg metallisches Natrium. *W. J.*

Ueber die Suszeptibilität des Sauerstoffs.

Von R. Hennig. *Wied. Ann.* **50.** *S. 485.* (*1893*).

Die Differenz der magnetischen Suszeptibilität des Sauerstoffes und der atmosphärischen Luft bestimmte Verfasser nach einer von Toepler angegebenen Methode. In einer schwach geknickten Röhre (magnetischen Libelle) befindet sich ein Flüssigkeitsfaden, der in ein starkes homogenes Magnetfeld eines Elektromagneten in der Weise eingeführt wird, dass die Ebene der Schenkel vertikal steht. Wenn über der Flüssigkeit in beiden Schenkeln verschiedene Gase sind und der Elektromagnet erregt wird, so tritt eine Verschiebung des Flüssigkeitsfadens (in diesem Falle Petroleum) ein, aus der die Differenz der Suszeptibilität beider Gase absolut berechnet werden kann. Die Feldstärke des Elektromagneten bestimmt Verfasser vor den eigentlichen Messungen nach drei verschiedenen Methoden: 1. durch die Drehung der Polarisationsebene von Schwefelkohlenstoff, 2. durch Induktion eines Stromes in einer genau ausgemessenen Rolle, die rasch in das magnetische Feld gebracht wird, 3. durch das von Weber angegebene Bifilargalvanometer. Diese drei Methoden geben ziemlich übereinstimmende Resultate; die letzte derselben lässt sich bei den Versuchen am bequemsten anwenden und eignet sich besonders zur relativen Vergleichung der Feldstärke. Die Feldstärke variirt bei den Versuchen zwischen 3630 und 10340 *C. G. S.*-Einheiten, der Druck der über der Flüssigkeit stehenden Gase zwischen 1 und 4 Atmosphären; die Verschiebung des Fadens wurde mit einem Zeiss'schen Mikroskop beobachtet. Durch die Untersuchungen wird die Proportionalität des magnetischen Drucks mit dem Quadrate der Feldstärke und mit dem Gasdruck bestätigt. Für die Differenz zwischen der Suszeptibilität des Sauerstoffs und der Luft ergiebt sich der Werth $0{,}0961 \times 10^{-6}$ im Mittel. Die absolute Suszeptibilität des Sauerstoffs gegen das Vakuum berechnet Verfasser unter der Annahme, dass die Suszeptibilität des Stickstoffs Null sei und findet so für den Sauerstoff $0{,}120 \times 10^{-6}$ in *C. G. S.* *W. J.*

Automatischer Filtrirapparat.

Von W. D. Horne. *Chem. News.* **68.** *S. 250.* (*1893*).

Zunächst für die Bestimmung der wasserlöslichen Phosphorsäure in Düngemitteln erdacht, aber auch für andere Filtrirzwecke geeignet, stellt der Apparat eine Einrichtung dar, die es ermöglicht, selbthätig und intermittirend immer die gleichen Flüssigkeitsmengen auf ein Filter fallen zu lassen. Sie besteht aus einer umgekehrten Flasche zur Aufnahme des Wassers, in deren Hals eine kurze Ausflussröhre und ein zweites, aufwärts gebogenes Rohr für den Zutritt der Luft steckt. Das Wasser fliesst zunächst in ein weiteres Rohr, in dessen Innerem ein kapillarer Heber angeordnet ist. Hat sich dieses bis über den Bug des Hebers gefüllt, so fliesst das Wasser durch den Heber ab und gelangt auf das darunter aufgestellte Filter. Das Spiel wiederholt sich so lange, bis die Vorrathsflasche entleert ist. Durch Aenderung der Rohrweiten und der Ausflussöffnungen kann man die Menge der auf ein Mal ausfliessenden Flüssigkeit beliebig variiren. *Fm.*

Neu erschienene Bücher.

Wie gestaltet sich das Wetter? Von H. Timm in Hamburg. 175 S. Mit 74 Abbildungen. A. Hartleben's Verlag.

„Wer vieles bringt, wird manchem etwas bringen." Hier giebt es unter den „optischen Erscheinungen der Atmosphäre" sogar einen Paragraphen von $1^1/_2$ Seiten über die Irrlichter! Zuletzt kommt in dem Abschnitt der optischen Erscheinungen das St. Elmsfeuer, und hieran schliessen sich unvermittelt 14 Wetterregeln, in welchen aber der Bedeutung der optischen Hof- und Ringerscheinungen für die Wetterprognose mit keiner Silbe gedacht wird. — Im Texte selbst hätten diese Wetterregeln in der That um so eher fortbleiben können, als sie am Schlusse des Buches noch einmal vollständig abgedruckt sind, und zwar 5 für das Barometer, 14 für das Hygrometer, 9 für die Wolken, 15 für Niederschläge, 11 für den Wind, 6 für Gewitter, 14 für optische Erscheinungen, und noch eine Hauptregel: „Man wird um so richtigere Vermuthungen aufstellen, je mehr Anzeichen man berücksichtigt hat". Eine Begründung der Regeln wird im Allgemeinen nicht versucht.

Berücksichtigung findet indessen, auf etwa 13 Seiten, auch die Prophezeiung auf Grund der Wetterkarten. — Wirkliche Fehler scheinen hier und in den sonstigen wissenschaftlichen Theilen kaum vorzukommen; nur sei z. B. erwähnt, dass auf S. 83 das nicht seltene Umgehen des Windes gegen den Uhrzeiger (und gegen das Dove'sche Drehungsgesetz) als auf lokalen Luftveränderungen beruhend bezeichnet wird. Verfasser, der in der Seestadt Hamburg lebt, sollte doch wohl der „hohe Krimper" bei dem Herannahen einer neuen Cyklone bekannt sein. — Auf S. 129 findet sich der Druckfehler *gradiri* statt *gradi* (Schritte machen) aus Sprung's Lehrbuch der Meteorologie.

Ungewöhnlich ist die häufige Empfehlung zweier bestimmten Bezugsquellen für Instrumente. Das Lambrecht'sche Polymeter, „auf kunstvoll geschmiedetem Winkel montirt", ist zweimal abgebildet!

Das Buch will zwar kein wissenschaftliches sein, aber die Aufgabe, „eine aus der Erfahrung genommene praktische Anleitung zur Vorausbestimmung des Wetters" zu schreiben, hätte sich doch vielleicht noch in etwas glücklicherer Weise lösen lassen.

S.

Physikalisch-Chemische Tabellen. Herausgegeben von H. Landolt und R. Börnstein.

Berichtigung. In der kürzlich erschienenen zweiten Auflage der von Landolt und Börnstein herausgegebenen „Physikalisch-Chemischen Tabellen" befindet sich ein Druckfehler, den wir auf Wunsch der Herausgeber an dieser Stelle berichtigen. Auf Seite 538 des genannten Buches ist unter der Ueberschrift: „Die elektrischen Maasseinheiten" in der fünften Textzeile angegeben, die ein *Ohm* darstellende Quecksilbersäule habe bei 106,3 *cm* Länge eine Masse von 14,552 *g*. Statt dessen muss es heissen: 14,452 *g*.

Erläuterungen zu den Vorsichtsbedingungen für elektrische Licht- und Kraftanlagen des Verbandes deutscher Privat-Feuerversicherungs-Gesellschaften. Von Dr. Oscar May. Leipzig. F. W. v. Biedermann 1893. 110 S.

Im Anschluss an die von demselben Verfasser veröffentlichte „Anweisung für den elektrischen Lichtbetrieb", die hauptsächlich für das Bedienungspersonal solcher Anlagen bestimmt ist, enthält das obige Werkchen die Vorsichtsbedingungen, welche bei der Projektirung und Ausführung der Anlagen zu berücksichtigen sind. Diese Bedingungen wurden von dem Verfasser entworfen und sind mit unwesentlichen Aenderungen von dem Verband deutscher Privat-Feuerversicherungs-Gesellschaften angenommen worden; ihre Kenntniss ist somit für weite Kreise von erheblicher praktischer Bedeutung.

Die Vorsichtsbedingungen beziehen sich (in 23 Paragraphen) auf die Betriebsanlagen, (Wahl des Platzes für Dynamomaschinen und Elektromotoren, Anforderungen an Akku-

mulatorenwärme, Leitungen, Verlegung und Verbindung von Leitungen, zulässige Stromstärke), Sicherungen, Apparate, Glüh- und Bogenlampen und schliesslich die Prüfung und Revision von Anlagen; in ihnen ist ausschliesslich enthalten, was auf die Feuersicherheit Bezug hat. Zu jedem Paragraph giebt May eine klare, zum Theil durch Figuren unterstützte Erläuterung. Ferner sind in einem einleitenden Abschnitt die von einigen deutschen Zentralen gestellten Anforderungen an die Isolation des verwandten Leitungsmaterials vereinigt. Das Werkchen wird sich vielfach als sehr nützlich erweisen. *Lck.*

Patentschau.

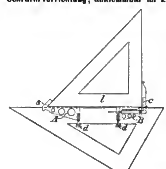
Raummesser (Volumenometer). Von C. Wülbern in Köln a. Rh. Vom 11. Mai 1892. No. 67778. Kl. 42.

Der Raummesser gründet sich, wie die bekannten von Jay und Regnault, auf das Mariotte'sche Gesetz, nach welchem der von einem Gase eingenommene Raum im umgekehrten Verhältnisse zum Druck steht, und besteht aus einem die Brücke einer Waage bildenden luftdicht verschliessbaren Behälter, dessen Decke einen nachgiebigen Theil (Kolben mit Membrandichtung) hat, derart dass beim Sinken des Behälters (bewirkt durch Abnahme der Wägegewichte) dieser Theil festgehalten wird, ohne den luftdichten Verschluss des Behälters aufzuheben.

Hierdurch wird also eine Raumvergrösserung des Behälters herbeigeführt. Letzterer besitzt, um den Messträger hineinbringen zu können, eine entsprechende Oeffnung, mit Schieberverschluss oder dergl.

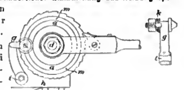
An einem am Behälter angebrachten Manometer kann man den im Innern herrschenden Druck ablesen. Aus diesem Druck in Millimetern Quecksilber, ferner aus dem wirklichen Barometerstande in Millimetern und dem bekannten Rauminhalt des leeren Gefässes lässt sich dann der von dem Körper eingenommene, zu messende Raum nach der Mariotte'schen Formel berechnen.

Schraffirvorrichtung, anklemmbar an Zeichendreiecke. Von W. Helchele in Donauwörth. Vom 17. Mai 1892. No. 66775. Kl. 42.



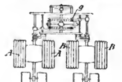
Die an jedem Zeichendreieck anzubringende Schraffirvorrichtung besteht aus zwei Theilen A und B, welche die Kanten des Zeichendreiecks rechtwinklig umfassen und daran mittels der Schrauben d an einer Seite festgeschraubt werden. Der Theil B ist mit einem federnd verschiebbaren und feststellbaren Anschlagwinkelchen c versehen, welches einen Nonius, sowie eine die Strichweite bestimmende Millimetertheilung trägt, und der zweite Theil A besitzt einen Winkelschenkel s, der als Anschlag für das Zeichendreieck l dient. Beim Gebrauch werden die beiden Dreiecke in der üblichen Art abwechselnd verschoben.

Schaltrad mit veränderlicher Zahntheilung und Reibungssperrklinke. Von R. Werner in Aarhus. Vom 1. Mai 1892. No. 66657. Kl. 47.



Das Schaltrad a besitzt an verschiedenen Stellen des Radumfanges veränderliche Zahntheilung, um bei Aenderung des Klinkenhubes von der grössten Zahntheilung nach oben, an den mit kürzeren Zähnen versehenen Stellen den todten Gang der Klinke zu vermindern und die Drehung des Rades entsprechend zu vergrössern. Um eine Drehung während des Klinkenrückganges zu hindern, ist eine Gegenklinke mit Reibvorrichtung angeordnet. Diese besteht aus einem am Gestell h angebrachten drehbaren Arm, dessen gabelförmiges Ende g den Rand des Rades umfasst, wobei der Radrand mittels einer an der Gabel sitzenden Feder k von regulirbarer Spannung mehr oder weniger fest in die Gabel eingespannt werden kann, während die Gabel ihre Stellung zum Schaltrad unverändert beibehält durch Eingreifen eines auf der Gabel angebrachten Zapfens i in eine in die ihr zugekehrte Seitenwand des Schaltrades eingedrehte Ringnut m.

Elektrizitätszähler für Drehstromanlagen. Von H. Aron in Berlin. Vom 27. Februar 1892. (Zusatz zum Patente No. 63350 vom 26. November 1891.) No. 66615. Kl. 21.

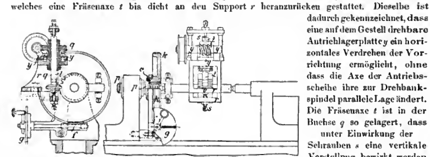


Bei Benutzung des durch Patent No. 63350 geschützten Elektrizitätszählers für Drehstromanlagen kann folgende Anordnung getroffen werden.

Die beiden messenden Gruppen *A* und *B* je eines Haupt- und Nebenschlussstromkreises arbeiten jede für sich, aber im entgegengesetzten Sinne. Verbindet man nun die beiden Aufzeichenvorrichtungen durch ein Differentialwerk *g*, so wird dieses ihre Wirkungen addiren, während es im stromlosen Zustande in seiner Ruhestellung verbleibt.

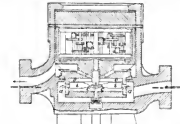
Fräsevorrichtung für Supportdrehbänke. Von L. Burkhardt & Weber in Reutlingen. Vom 19. Juli 1892. No. 67783. Kl. 49.

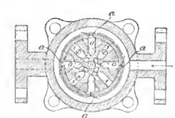
Die Fräsevorrichtung wird auf dem Support der Drehbank befestigt mit einem Gestell, welches eine Fräsenaxe *t* bis dicht an den Support *r* heranzurücken gestattet. Dieselbe ist dadurch gekennzeichnet, dass eine auf dem Gestell drehbare Antrieblagerplatte *y* ein horizontales Verdrehen der Vorrichtung ermöglicht, ohne dass die Axe der Antriebsscheibe ihre zur Drehbankspindel parallele Lage ändert. Die Fräsenaxe *t* ist in der Buchse *q* so gelagert, dass unter Einwirkung der Schrauben *s* eine vertikale Verstellung bewirkt werden kann. Verbunden hiermit ist die Theilvorrichtung, welche aus dem Schneckenrad *k* besteht, das durch Mitnehmer mit dem Arbeitsstück verbunden ist. Dieses kann mittels der Buchse *o* auf seiner rotirenden Tragaxe *p* stillstehen und ist nur durch die Schnecke *f* beweglich, welche mit der Theilscheibe *g* in Verbindung steht.



Staufügel an Flügelrad-Wassermessern. Von E. Schinzel in Wien. Vom 15. Dezember 1891. No. 66715. Kl. 42.

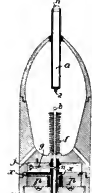
Die obere Decke des Messraumes *c* ist mit radial oder sternförmig angeordneten Stauflügeln, Einsatzstücken oder flachen Rippen *o* besetzt, die entweder unmittelbar mit der Decke zusammengeformt oder durch Schrauben an derselben befestigt sein können. Die zwischen den Flügeln *i* gebildeten Räume, welche die ruhige Abgabe der Wassermassen herbeiführen, vereinigen sich in der Mitte über dem Flügelrade und unter den Ausströmungsöffnungen.





Der durch die Anordnung dieser radialen Einsätze *o* erzielte neue technische Effekt besteht ferner darin, dass durch dieselben einerseits eine genaue Justirung oder Regelung des Wassermessers herbeigeführt werden kann, indem, falls dieser zu wenig zeigt, die der Wasserströmung entgegengesetzten Kanten *1* der Einsätze nur etwas abgerundet (gebrochen) zu werden brauchen, um richtige Angaben zu erhalten, während umgekehrt bei zu grosser Angabe nur die Einströmungslöcher *a* in der Raumwandung etwas vergrössert werden.

Apparat zum Messen von Wassertiefen bei Nacht oder Nebel. Von H. Wallstab in Gr. Wanzleben. Vom 16. Juni 1892. No. 66530. Kl. 42.



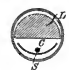
Der Lauf *a* dieser Vorrichtung wird mit einem leichten Schuss geladen und darauf mit dem Pfropfen *h* leicht geschlossen. Hierauf wird der Schlagbolzen *b* heruntergedrückt und mittels des Spannstiftes *j*, welcher in das kleine Loch *n* des Schlagbolzens gestossen wird, gespannt gehalten.

Hierauf setzt man die Scheibe *x* und Schnurrolle *p* ein, nachdem man vorher das innere Ende der Schnur mit dem Winkelhebel *g* verbunden hat. Schliesslich wird das Gewicht *y*, welches mit dem anderen Ende der Schnur verbunden wird, eingesetzt, und mittels eines im Wasser leicht löslichen Salzes festgedrückt.

Sobald nun der Apparat das Wasser berührt, wird sich das Salz auflösen und das Gewicht *y* fällt in die Tiefe, während der Apparat auf dem Wasser schwimmt.

Erreicht das Gewicht nun beim vollständigen Ablauf der Schnur, z. B. 20 *m*, keinen Grund, so wird der Hebel *g* heruntergedrückt, der Spannstift *j* zurückgeschoben und der Schlagbolzen *b* durch die Feder *f* gegen den Zünder *z* geschlendert, so dass der Apparat einen Schuss abgiebt. Man weiss also, dass wenn eine 20 *m* lange Schnur eingesetzt wurde, das Wasser an der Stelle, wo die Granate aufgeschlagen hat, tiefer ist als 20 *m*. Würde ein Schuss nicht ertönen, so ist das Wasser dort, wo der Apparat in dasselbe gefallen ist, weniger als 20 *m* tief.

Thermometer mit vergrössernd wirkender Glaslamelle. Von Schott & Gen. in Jena. Vom 12. Oktober 1892. No. 68140. Kl. 42.



Bei Quecksilberthermometern mit kleinem Gefäss wird die Skaleneintheilung so fein, dass sie nur schwer erkennbar ist. Zur Vermeidung dieses Uebelstandes wird nun vor das Thermometerrohr *C* eine vergrössernd wirkende Glaslamelle *L* angebracht, welche die Skale *S* vergrössert erscheinen lässt.

Antriebsvorrichtung für Sektorenverschlüsse. Von Kraft und Steinberger in Wien. Vom 6. Juni 1891. No. 67711. Kl. 57.

Die Vorrichtung besteht aus einem drehbaren Federgehäuse *A*, durch dessen Auslösung eine mit demselben durch Kette *K* verbundene und aus einem Gehäuse *C* herausgezogene Hülse *D* zurückschnellt. In Folge dessen wird eine an derselben befestigte Schieberstange *E* nach abwärts bewegt und der mit den Verschlussklappen *b* verbundene Schieberring *c* nach einer Richtung behufs Oeffnens des Verschlusses gedreht, während in demselben Augenblick eine auf dem Schieberstangentheil *E* befestigte Feder *e* einen Bügel *h* trifft und hierdurch von einer sie stützenden Feder *f* ausgelöst wird, so dass nunmehr der untere Theil *F* der Schieberstange von einer durch die vorherige Abwärtsbewegung gespannten Feder o wieder in die Höhe geschnellt wird, wodurch der Ring *c* in der entgegengesetzten Richtung gedreht und der Verschluss geschlossen wird.

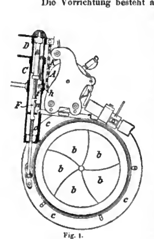


Fig. 1.

Zur Regulirung der Zeitdauer der Belichtung ist an der Vorrichtung ein Bremsschieber *n* (Fig. 2) vorgesehen, der durch Federn *p* und *q* gegen eine schiefe Fläche der Schieberstange *E* federnd gehalten und durch einen Keil *k* an dieselbe mehr oder weniger angepresst werden kann, um eine Bewegung der Schieberstange zu bewirken.

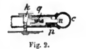


Fig. 2.

Ausserdem ist die Vorrichtung noch mit einer Einrichtung versehen, welche ermöglicht, den Verschluss beliebig lange offen zu halten.

Verfahren zum Färben von Messing und anderen Metallen. Von E. von Brauk in Boppart. Vom 28. Mai 1892. No. 66797. Kl. 48.

Das zu färbende Metall wird zunächst in eine Lösung von folgender Zusammensetzung getaucht. Baumwolle wird mit Salizylsäure imprägnirt, getrocknet, in konzentrirter Schwefelsäure aufgelöst und sodann mit doppelt chromsaurem Kali versetzt. Diese Lösung wird mit einer zweiten Lösung vermischt, die aus in rauchender Salpetersäure gelöstem Messing und Natronsalpeter besteht. Nachdem der zu färbende Metallgegenstand in dieser mit Wasser verdünnten Lösung die gewünschte Farbe erhalten hat, wird er in Sodalösung getaucht, mit Wasser abgespült und getrocknet.

Um ein schönes Roth zu erzielen, legt man den Metallgegenstand während des Färbens zwischen blanke Metallstücke.

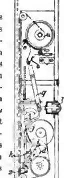
Bohrer mit drei Schneiden. Von Th. Höfer in Hamburg. Vom 29. Januar 1892. No. 66580. Kl. 49.

Der Bohrer hat drei Schneiden und drei Schnittkanten, welche letzteren in der Axe des durch die Schneiden bestimmten Kegelmantels sich treffen. Hierdurch wird einerseits ein Schneiden schon von der Spitze aus ermöglicht, andererseits wird dem Werkzeug durch dreiseitige Stützung eine sichere Führung gegeben.

Parallelzange mit Drahtabschneider. Von W. A. Bernard in New-Haven, Connecticut, V. St. A. Vom 20. Juli 1892. No. 67544. Kl. 87.

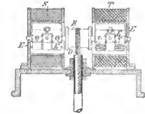
Die Parallelzange mit den um die Stifte d drehbaren und mit den Schlitzen c_1 auf den Stiften c der Schenkel ef verschiebbaren Backen ab trägt eine Schneidebacke h, welche durch die Stifte d mit der Backe a verbunden ist, sich um den Zangenstift g dreht und beim Schliessen der Zange mit ihrer Schneide gegen den geschärften Rücken der Backe a arbeitet.

Roll-Kassette. Von E. de Fauconpré in Paris. Vom 12. September 1891. No. 67499. Kl. 57.



Bei dieser Kassette wird durch Niederdrücken eines Hebels j mittels eines Knopfes n gleichzeitig die Arretirung der Walzen aufgehoben und das Zählwerk bethätigt, während nach Abwickelung eines der Bildgrösse entsprechenden Stückes des lichtempfindlichen Bandes eine selbthätige Hemmung der Walzen dadurch herbeigeführt wird, dass der beim Niederdrücken unter den Einfluss eines Sperrhebels A gebrachte Hebel j, nachdem der Sperrhebel A durch einen an der mit dem Negativband bewegten Walze h angebrachten Anschlag d ausgelöst ist, mit seiner Nase k in den Ausschnitt einer auf der Walze h befestigten Scheibe i eingreift und gleichzeitig die Sperrvorrichtung qe der Magazinwalze u einrückt. Andererseits zieht der Hebel j eine Sperrklinke zurück und bringt dieselbe mit dem nächsten Zahn eines mit einer Zählscheibe verbundenen Sperrrades in Eingriff, sodass sich das Zählwerk beim erneuten Niederdrücken des Hebels j um eine Ziffer weiter bewegt. Um die Grenzen der einzelnen Aufnahmen auf dem lichtempfindlichen Bande zu bezeichnen, ist an dem kurzen Arm des Hebels j eine Nadel z angebracht, welche beim Einfallen des Anschlages k in den Ausschnitt der Scheibe i das Band durchsticht.

Bogenlampe. Von Süddeutsche Elektrizitäts-Gesellschaft Raab und Bastians in München. Vom 20. April 1892. No. 67933. Kl. 21.



Die Lichtbogenbildung erfolgt durch die Abstossung von Eisenplatten E, von denen je ein Paar in der Haupt- und in der Nebenschlussspule $S\,T$ parallel zu deren Axe gelagert ist. Bei einer gewissen Stärke der Erregung einer der beiden Spulen legt sich die eine exzentrisch gelagerte Platte gegen die Innenwand der Spule. Die andere von der ersteren abgestossene Platte versetzt eine Rolle R in entsprechende Drehung. Ueber diese Rolle wird die, die Ober- und Unterkohle verbindende Schnur D gelegt.

Elektrizitätszähler. Von Schuckert & Co. in Nürnberg. Vom 27. Oktober 1891. No. 67926. (Zus. z. Pat. No. 43487.) Kl. 21.

An Stelle der Hilfswickelung nach dem Hauptpatente ist ein besonderer Dauermagnet oder ein Eisenstück angewendet, welches durch eine magnetische Wirkung auf den Anker ein Drehmoment ausübt, sodass die Reihungswiderstände ausgeglichen werden.

Ferner ist bei der Ausführungsform ein aus einem Metallthermometer bestehender elektrischer Wärmeausgleicher angeordnet. Derselbe schaltet selbthätig bei Erhöhung der Temperatur mehr Wickelungen des bremsenden Elektromagneten ein und steigert somit die Wirkung desselben. Bei Erniedrigung der Temperatur findet der umgekehrte Vorgang statt.

Für die Werkstatt.

Einfacher Schraubenzieher. *Illustr. Zeitung für Blechindustrie.* **22.** *S. 366. (1893).*

Der einer amerikanischen Zeitschrift entnommene und beistehend abgebildete Schraubenzieher ist aus Stahldraht gebogen und vorn entsprechend ausgeschmiedet. Er dürfte gewisse Vortheile vor den üblichen Schraubenziehern haben, die mit der Zeit in ihren Holzheften locker werden. Stellt man ihn aus deutschem Stahl her und härtet ihn mit Blutlaugensalz, so dürfte er sich auch durch Billigkeit auszeichnen. Die Bequemlichkeit der Handhabung der gewöhnlichen Schraubenzieher scheint ihm indessen abzugehen. *K. F.*

Injektor-Reservoir-Reissfeder. *Bayer. Industrie- u. Gewerbebl.* **25.** *S. 324. (1893.)*

Die beistehende Abbildung zeigt eine von E. Brown in Basel hergestellte Ziehfeder, die grosse Vorzüge zu haben scheint. Bekanntlich ist das Nachfüllen der gewöhnlichen Ziehfedern und der Umstand, dass die in der Ziehfeder enthaltene Tusche mit dem Verbrauch schnell verdunstet und dick wird, höchst unangenehm. Die vorliegende Verbesserung soll diesem Mangel abhelfen.

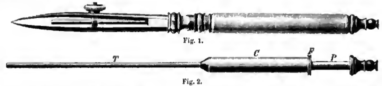


Fig. 1.

Fig. 2.

In dem Schaft der wie gewöhnlich ausschauenden Ziehfeder (Fig. 1) ist die in Figur 2 dargestellte Fülleinrichtung enthalten. Diese besteht aus dem die Tusche aufnehmenden Behälter *C*, der sich in der Röhre *T* fortsetzt und am entgegengesetzten Ende durch die Rändelenschraube *F* verschlossen ist. Durch *F* hindurch ragt ein Stempel *P*, der beim Rückzug die Tusche in den Behälter einzieht und beim Verschieben dieselbe ausfliessen lässt. Dieser Stempel ragt durch den Ziehfederschaft hindurch und kann von aussen bethätigt werden.

Nach Entfernung des Tuschebehälters aus der Feder kann man diese wie jede andere benutzen, was in gewissen Fällen angenehm ist.

Der Preis der Füllziehfeder beträgt mit Verpackung 4 Mark. Bezugsquelle: Eric Brown, Basel, Dornacherstrasse 83.

Biegsame Metallröhren. *Bayer. Industrie- und Gewerbebl.* **25.** *S. 377. (1893)* aus *Zeitschr. für Berg- und Hüttenwesen.*

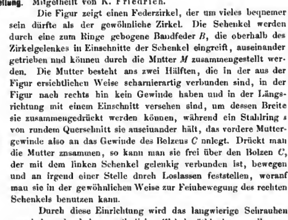
Ueber biegsame Metallröhren, die vielfach in der Werkstatt als Ersatz für Gummischläuche zur Gasleitung benutzt werden, wurde bereits in *dieser Zeitschrift 1890. S. 454* und im *Vereinsblatt der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik 1893. S. 97* eingehend berichtet. Die daselbst beschriebenen Metallschläuche werden nach der Methode ihres Erfinders Levasseur aus zwei ineinander greifenden U-förmigen Blechen spiralförmig gewalzt und mittels dünner Gummistreifen abgedichtet. Bei sorgloser Anwendung der Schläuche werden diese nicht selten dadurch zerstört, dass die Gummifäden durch Ueberhitzung verbrennen.

An der angegebenen Stelle ist über einen Fortschritt in der Herstellung der biegsamen Metallröhren berichtet; sie werden jetzt aus Streifen gewalzt, die einen ⊓⊔⊓ Querschnitt haben

und brauchen in Folge dessen nicht mehr eine besondere Dichtung durch Gummi. Die Streifen werden in der Weise übereinander gebracht, dass der grössere Bügel über den kleineren greift und ihm noch einige Bewegung in axialer Richtung gestattet. Die nach dieser Methode hergestellten Rohre sollen noch bei Drucken von 14 und mehr Atmosphären völlig dicht sein und bedeutende Festigkeit haben, was sehr wahrscheinlich ist.

Die Länge der Rohre ist nunmehr ebenfalls beliebig, da die Bandenden elektrisch zusammengeschweisst werden. *K. F.*

Zirkel mit Grob- und Feinverstellung. Mitgetheilt von K. Friedrich.



Die Figur zeigt einen Federzirkel, der um vieles bequemer sein dürfte als der gewöhnliche Zirkel. Die Schenkel werden durch eine zum Ringe gebogene Bandfeder *B*, die oberhalb des Zirkelgelenkes in Einschnitte der Schenkel eingreift, auseinander getrieben und können durch die Mutter *M* zusammengestellt werden. Die Mutter besteht aus zwei Hälften, die in der aus der Figur ersichtlichen Weise scharnierartig verbunden sind, in der Figur nach rechts hin kein Gewinde haben und in der Längsrichtung mit einem Einschnitt versehen sind, um dessen Breite sie zusammengedrückt werden können, während ein Stahlring *s* von rundem Querschnitt sie auseinander hält, das vordere Muttergewinde also an das Gewinde des Bolzens *C* anlegt. Drückt man die Mutter zusammen, so kann man sie frei über den Bolzen *C*, der mit dem linken Schenkel gelenkig verbunden ist, bewegen und an irgend einer Stelle durch Loslassen feststellen, worauf man sie in der gewöhnlichen Weise zur Feinbewegung des rechten Schenkels benutzen kann.

Durch diese Einrichtung wird das langwierige Schrauben vermieden, das beim gewöhnlichen Zirkel nöthig ist, um ihn von einer kleinen Schenkelöffnung zu einer grossen zu bringen.

Der Zirkel ist von Wilh. Eiseuführ, Berlin S. 14. zu beziehen; sein Preis beträgt 4,75 Mark.

Hohler Spiralbohrer. *Bayer. Industrie- und Gewerbebl.* **27.** *S. 452.* *(1893)* aus *The Iron Age.*

Die amerikanische *Morse Twist Drill & Machine Co.* in Bedford hatte in Chicago einen für die Herstellung tiefer Löcher von grossem Durchmesser bestimmten Spiralbohrer ausgestellt. Derselbe ist sehr kurz (vgl. nebenstehende Figur) und hat an seinem hinteren dünnen Ende ein Gewinde, mit welchem er in ein Gasrohr von fast gleichem Durchmesser eingeschraubt werden kann. Die sehr kurzen Spiralzüge des Bohrers endigen in der zentralen Durchbohrung, mit welcher ebenfalls der Bohrer selbst versehen ist, und die Bohrspähne finden durch dieses Loch und das Gasrohr ihren Ausweg.

Wegen seiner Kürze ist der Bohrer wesentlich billiger als lange Bohrer der alten Art. Das Gewinde am Ende des kurzen Schaftes muss gut laufen. *K. F.*

Zur gefälligen Notiz.

Das Erscheinen eines Berichtes über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Weltausstellung in Chicago ist durch den Umstand verzögert worden, dass die deutschen Preisrichter, die Herren B. Pensky und A. Westphal, seitens des Herrn Reichskommissars zu einem amtlichen Bericht aufgefordert worden sind, und die Redaktion den Wunsch hatte, diesen Bericht gleichzeitig in dieser Zeitschrift zu veröffentlichen. Die Verhandlungen über Disposition und Umfang des Berichts sind in jüngster Zeit zum Abschluss gekommen und der Abdruck des Berichts wird in einem der nächsten Hefte beginnen. Die Redaktion.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Prof. Dr. **Abbe** und **H. Haensch.**

Redaktion: Prof. Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XIV. Jahrgang. **April 1894.** Viertes Heft.

Die Justirung und Prüfung von Fernrohrobjektiven.

Von der Firma T. Cooke & Söhne zu York. [1]

Mit Genehmigung der Herausgeber übersetzt von Dr. **R. Straubel** in Jena.

Dilettanten wie Fachastronomen müssen heutzutage, falls sie etwas leisten wollen, im Besitze eines Teleskopes sein. Ja noch mehr, ihre Instrumente müssen auch auf einer gewissen Höhe stehen und ausserdem richtig justirt sein.

Obwohl es nun keinem Zweifel unterliegt, dass der Refraktor die geeignetste und zuverlässigste Art des Teleskopes ist, so ist doch andererseits nicht zu leugnen, dass die Qualität derselben starke Unterschiede aufweist. Ein grosser Theil der Objektive ist allerdings sehr gleichartig in seiner Leistungsfähigkeit, und wenn einzelne im Rufe ganz besonderer Güte stehen, so ist hieran bisweilen nur der Mangel authentischer Angaben schuld; solche aber können allein dem Laien ein hinreichendes Urtheil über die Qualität eines Objektives verschaffen. Andererseits haben wir auch gefunden, dass gelegentlich Objektive ersten Ranges als mangelhaft betrachtet wurden, und zwar deshalb, weil die betreffenden Beobachter über die nothwendigen Justirungen ungenügend unterrichtet waren. Derlei Vorkommnisse waren die Veranlassung zur Abfassung des vorliegenden Schriftchens.



Fig. 1.

Kleinere Fernrohre mit einer Oeffnung von weniger als 7,5 *cm* (3 *Zoll*) besitzen meistentheils gar keine Justirungsvorrichtungen, da die relativ geringen Vergrösserungen, welche man dabei anwendet, eine vollkommene Justirung unnöthig erscheinen lassen; ferner werden grössere Objektive, falls sie überhaupt mit Tubus zusammen bestellt werden, bereits möglichst gut justirt verschickt; gleichwohl tritt aus den verschiedensten Gründen früher oder später das Bedürfniss einer Neujustirung auf und es ist deshalb wichtig, dass ein Astronom, der Fernrohre beträchtlicher Oeffnung benutzt, im Stande ist, das Justiren haarscharf selbst auszuführen. Ohne eine vollständige Justirung kann nämlich auch das beste Instrument speziell in Bezug auf Auflösungsvermögen nicht das Maximum seiner Leistungsfähigkeit zeigen. Was heisst aber „Justiren" speziell beim Teleskop-Objektiv? Man versteht darunter die Operation, die optische Axe des Objektivs durch den Mittelpunkt des Okulars zu legen; in einem nicht justirten Objekt liegt also die gleiche Axe mehr oder weniger seitlich vom Okular. (Vgl. Fig. 1, worin

[1]) *On the adjustment and testing of telescopic objectives.* T. Cooke & sons, *Buckingham works, York. York: Printed by* Ben Johnson and Co., *100 and 101, Nicklegate.*

oa die optische Axe bedeutet, die also durch die Justirung in die Lage oa_1 zu bringen ist.)

Die Kennzeichen schlechter Justirung sind äusserst deutlich, falls das Objektiv sehr beträchtlich geneigt ist; ist dies indess nicht der Fall, so ist eine sehr sorgfältige und kritische Benutzung des Auges erforderlich, um die letzten Reste der Justirung zu vollziehen. Ein Objektiv muss übrigens auch bereits sorgfältig justirt sein, bevor der Beobachter sich ein Urtheil über die Güte des Glases bilden kann; wenigstens müsste letzteres dann schon sehr schlecht sein.

Wir setzen im Folgenden durchgängig voraus, dass jedes Objektiv aus zwei Linsen besteht, einer positiven Linse aus Kronglas und einer negativen Linse aus Flintglas; denn die Vortheile, die man der Anwendung von mehr als zwei Linsen zugeschrieben hat, werden ausser bei kleineren zu speziellen Zwecken bestimmten Objektiven — mehr als aufgewogen durch die praktischen Nachtheile der komplizirteren Konstruktion.

Alle zweitheiligen Objektive können — und besonders passend ist dies für unseren Zweck — in drei Klassen eingetheilt werden, deren verschiedenes Verhalten bei mangelhafter Justirung auch entsprechend verschiedene Behandlung erfordert.

I. Die erste Klasse ist die wichtigste und zahlreichste und enthält Objektive von der Art, wie sie im Querschnitt in Fig. 2, 3, 4, 5 dargestellt sind. Fig. 2 zeigt einen Typus, dessen Kron meniskusförmig und dessen Flint bikonkav ist. Dies hat in praktischer Beziehung den grossen Vortheil dreier Konkavflächen, die sehr genau geprüft werden können, andrerseits aber den grossen Nachtheil, insofern ein sehr kleines Gesichtsfeld zu besitzen, als die Bilder ausserhalb der Axe rasch schlechter werden; entsprechend diesem Fehler sind die Objektive schon höchst empfindlich gegen sehr geringe Verdrehungen, die auf einige der anderen Formen keinen bemerkbaren Einfluss besitzen.

Fig. 3 stellt eine Form dar, in welcher die Kronlinse den für eine gegebene Brennweite kleinstmöglichen Betrag an sphärischer Aberration besitzt.



Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.

Falls gewöhnliches Kronglas benutzt wird, verhalten sich die Krümmungsradien ungefähr wie $1:6$ bis $1:7^1/_2$. Diese Form hat die Nachtheile der vorigen, aber in geringerem Grade.

Fig. 4 stellt die Objektivform dar, welche wir selbst hauptsächlich anwenden. Nehmen wir die Brechungsindizes für die D-Linie zu 1,518 bezw. 1,620 an, so verhalten sich die Radien der Kronlinse wie $2:3$, während die dem Kron benachbarte Fläche des Flint die Krümmung 2,815 besitzt und die vierte Fläche schwach konvex ist. Die Vortheile dieser Form sind sehr geringe Empfindlichkeit gegen Justirungsfehler und grosses Gesichtsfeld, soweit dies überhaupt bei Beibehaltung von zwei Konkavflächen möglich ist. Letzteres ist, wie erwähnt, in praktischer Hinsicht ein wichtiger Vortheil. Ferner wird die Korrektion der sphärischen Aberration fast ganz an der Innenfläche der Flintlinse bewirkt; es bleibt nur ein ausserordentlich kleiner Aberrationsrest und demnach kann der Radius der vierten Fläche zum Zwecke der Korrektion der chromatischen Aberration willkürlich verändert werden, ohne die Korrektion der sphärischen Aberration zu stören.

Fig. 5 zeigt eine Objektivform, in welcher die Kronlinse entweder beiderseits gleich oder vorne schwächer gekrümmt ist, während die vierte Fläche des Flint flach oder ein wenig konvex ist. Bisweilen sind die beiden inneren Krümmungen gleich und die Flächen können dann verkittet werden.

Diese Form bietet unnöthige praktische Schwierigkeiten, ist aber andererseits noch weniger empfindlich gegenüber schlechter Justirung als die vorhergehenden und bietet diesen gegenüber ein viel grösseres Gesichtsfeld. In grossen Instrumenten, wo das Gesichtsfeld im Verhältniss zur Grösse des Instruments sehr klein ist, hört dieser Vortheil jedoch auf, stärker in die Waagschale zu fallen.

II. Die zweite Klasse bildet ein Objektivtypus, wie ihn Fig. 6 zeigt. Derselbe variirt natürlich mit den optischen Eigenschaften der benutzten Gläser, aber das Hauptcharakteristikum dieser Form, vermöge dessen dieselbe eine besondere Klasse bildet, ist der Umstand, dass sie das grösstmögliche Gesichtsfeld besitzt und also verhältnissmässig gute Bilder in einiger Entfernung von der Axe liefert. Die Krümmungen müssen hierbei folgender Bedingung genügen:

Für zwei der optischen Axe parallele Strahlen, von denen der eine am Rande der Oeffnung und der andere in der Nähe der Mitte das Objektiv trifft, müssen die Sinus der Einfallswinkel an der ersten Fläche im selben Verhältniss stehen wie die Sinus der betreffenden Austrittswinkel an der vierten Fläche, oder in anderen Worten: Das Verhältniss zwischen dem Sinus des Einfallswinkels für irgend einen Strahl, der parallel der optischen Axe die erste Fläche trifft, und dem Sinus seines Austrittswinkels an der vierten Fläche muss für alle Strahlen eine konstante Grösse sein.[1])

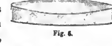


Fig. 6.

Dieser Objektivtypus ist ganz besonders geeignet für photographische Zwecke, wo das Hauptbedürfniss möglichst grosses Gesichtsfeld ist.[2]) Falls indess ein grosses Objektiv dieser Art zum Sehen benutzt wird, wo starke Vergrösserungen angewandt werden, wird es ernsthafte mechanische Nachtheile (siehe später) haben. Dazu kommt weiter noch die Schwierigkeit, überhaupt ein vollkommenes Objektiv mit drei konvexen Flächen herzustellen. — Für die Krümmungsverhältnisse mag folgendes Beispiel angeführt werden. Wird ein besonders dichtes und farbloses, aber wenig brechbares Kron von Schott & Gen. und ein gewisses leichtes Flint benutzt, so müssen die Krümmungsradien der vier Flächen sich wie 5 : 3 : 3,05 : 2,5 verhalten, falls neben grossem Gesichtsfelde gute Vereinigung der chemisch wirkenden Strahlen erzielt werden soll.

III. In diese Klasse gehört eine Objektivform, die dem letzten Typus ähnelt, deren Krümmungen aber noch mehr nach dem Okular zu ausgebaucht sind (vgl. Fig. 7). Dieselbe besitzt den Vortheil eines weiten Gesichtsfeldes nicht in

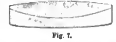


Fig. 7.

[1]) Wenn zwei parallele Strahlen die Kronlinse in verschiedenen Punkten von der Axe treffen, und ihre Entfernungen von der Axe gleich $\frac{1}{2}$ bezw. $\frac{1}{4}$ des Oeffnungsradius sind, so findet man, dass die Punkte, an denen sie an der vierten Fläche austreten, Entfernungen besitzen, die nicht mehr im Verhältniss von 2 zu 1 stehen. Vielmehr ist das Verhältniss $= \frac{2}{1}$ weniger einer Grösse, die für verschiedene Krümmungen wenig verschieden und beinahe unabhängig von der Dicke der Linsen ist. Wäre dies nicht der Fall, so würde es unmöglich sein, die obige Bedingung eines konstanten Sinusverhältnisses zu erfüllen, ausser, wenn der Radius der vierten Fläche der Brennweite gleich wäre.

[2]) Das Gesichtsfeld hängt natürlich auch von der Oeffnung ab.

demselben Maasse als der zweite Typus, während ihre Nachtheile noch ausgesprochener sind, so dass eigentlich schwer einzusehen ist, weshalb man solche Formen verfertigt — ausser wenn man annimmt, dass die Verfertiger ein System vom zweiten Typus versucht hätten und ihnen dies missglückt wäre.

Es verdient bemerkt zu werden, dass der in Fig. 6 dargestellte Objektivtypus, bei dem die Sinus des Eintritts- und Austrittswinkels ein konstantes Verhältniss besitzen, insofern einen besonderen Platz einnimmt, als er den ersten durch eine Ausbauchung der Krümmungen charakterisirten Typus von dem dritten durch starke Einbauchung charakterisirten scheidet.

Die Erscheinungen, welche ein nicht justirtes Objektiv bietet, sind nun verschieden nach dem Typus, und dem entsprechend variirt auch die Justirung. In fünf von sechs Fällen wird ein Objektiv zweifellos dem ersten Typus angehören und für alle diese Objektive ist die nachstehend gegebene Methode zu benutzen.

Wir setzen voraus, dass jedes gute Objektiv von über 3 *Zoll* Oeffnung mit bestimmten Schrauben versehen ist, durch welche die Fassung oder Montirung so lange gedreht werden kann, bis die optische Axe mitten durch das Okular hindurch geht. Die allgemein benutzte Methode wird veranschaulicht durch Fig. 8 und 9, welche einen Querschnitt und eine Vertikalprojektion der Fassungen und ihres Zubehörs, so wie wir dieselben im Allgemeinen selbst anwenden, vorstellen. In Fig. 8 stellt der schraffirte Theil die Fassung des Objektivs dar, welche an die Kontrefassung c mittels dreier Bajonettverschlüsse b befestigt ist. Nachdem die Fassung über die drei Schrauben b geglitten und darauf so gedreht ist, dass die schmaleren Enden der Bajonettschlitze unter die Schraubenköpfe gebracht sind, werden die letzteren angezogen und die Fassung ist fest. Aber die Kontrefassung $c-c$, welche die Fassung trägt, ist einer Drehbewegung gegenüber dem festen Flansch $f-f$ fähig und zwar vermittels dreier Paare von Kontreschrauben $s_1 s_2 s_3$. (Vgl. Fig. 9a.) Von jedem Paar Kontreschrauben geht eine (1) durch den Flansch f und drückt gegen die Kontrefassung c; dieselbe dient dazu, diese in einiger Entfernung zu halten; die andere (2) geht lose durch den Flansch f, besitzt aber in der Kontrefassung c Führung und dient dazu, diese an den Flansch f

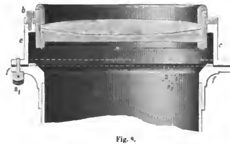


Fig. 8.

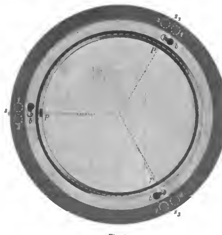
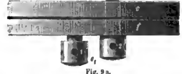


Fig. 9.

heranzuziehen. Es ist klar, dass beim Anziehen beide Schrauben entgegengesetzte Wirkungen ausüben und die Kontrefassung fest in einer bestimmten Entfernung von dem festen Flansch f halten. Der Kürze halber wollen wir (1) die Druckschraube nennen, denn angezogen sucht sie die Kontrefassung von dem betreffenden Punkte zu entfernen; in ähnlicher Weise heisse (2) die Zugschraube, da sie angezogen die Kontrefassung dem festen Flansch zu nähern sucht.

Falls man die Kontrefassung näher an den Flansch bringen will, und zwar in der Nähe eines Paares von Kontreschrauben, so wird man zunächst die Druckschraube durch einen Schlüssel lockern, und die Zugschraube so lange anziehen oder einschrauben, bis der Widerstand der Druckschraube bewirkt, dass die Zugschraube mässig angezogen ist, worauf dann ein weiteres Anziehen aufzuhören hat. Um dagegen den Abstand zwischen der Kontrefassung und dem Flansch an der Stelle oder in der Nähe eines Paares von Kontreschrauben zu vergrössern, lockere man zunächst die Zugschraube hinreichend und schraube dann die Druckschraube bis zu einer geeigneten Spannung ein.


Fig. 9a.

Aus Fig. 8 ist ferner klar, dass, falls dass Objektiv in der Nähe der Schraube s_3 vom Okular zu weit ab steht, dies auf zweifache Weise geändert werden kann; entweder nämlich kann man die Flansche an der Stelle s_3 mittels der dortigen Kontreschrauben nähern, oder — falls eine grössere Annäherung der Flansche nicht angängig ist — an dem s_3 gegenüberliegenden Punkte entfernen; letzteres geschieht, indem man die Flansche vermittels der beiden Paare von Kontreschrauben s_1 s_2 entfernt. Um an die Kontreschrauben zu kommen, ist es bisweilen nöthig, den Objektivdeckel zu entfernen.

Will man nun sehen, ob ein Objektiv gut justirt ist, so richte man das Fernrohr auf einen mässig hellen, ziemlich hoch stehenden Stern und bringe dessen Bild in die Mitte des Gesichtsfeldes des Okulars; letzteres sei dabei von mittlerer Stärke. Mag nun ein Objektiv auch noch so gut sein, so ist doch ein wirklich scharfes Bild des Sternes nicht zu erhalten, falls das Objektiv nicht justirt ist, vielmehr wird auch der relativ vollkommenste Bildpunkt ein fächerartiges Aussehen (vgl. Fig. 10c) von sehr markanter Form an Stelle des kleinen scheinbaren Scheibchens zeigen. Beim Ein- und Ausziehen des Okulars wird man ferner bemerken, dass das Licht des Sternes sich zu einem mehr oder weniger birnenförmigen Lichtfleck ausdehnt, dessen schmaleres Ende am hellsten ist. Die Erscheinung besitzt die gleiche Lage, einerlei ob das Okular „innerhalb oder ausserhalb des Fokus sich befindet“ und deutet darauf hin, dass das Objektiv auf der Seite des schmaleren und helleren Endes der birnenförmigen Figur dem Okular zu nahe ist. Liegt demnach z. B. dieses Ende zur Linken des Beobachters wie in Fig. 10a, so kann man den Fehler korrigiren, indem man entweder die Kontrefassung auf der betreffenden linken Seite entfernt, oder auf der entgegengesetzten Seite nähert. Die birnenförmige Lichtvertheilung entsteht dadurch, dass bei einem dem ersten Typus angehörigen, nicht justirten Objektive diejenigen Strahlen, welche die dem Okular nächsten Theile des Objektives (z. B. s_1 in Fig. 9) passiren, die kürzeste Vereinigungsweite haben, und diese letztere von da aus entsprechend den parallelen gestrichelten Sehnen bis zur anderen Seite fortwährend wächst. Darnach besitzen


Fig. 10.

diejenigen Strahlen, welche die am meisten nach aussen verdrehten Theile des Objektivs passiren, die grösste Vereinigungsweite. Neben dem genannten existirt noch ein schärferes Justirungskriterium, welches man deshalb auch hauptsächlich in den feineren Stadien der Justirung anwenden wird, und dieses besteht darin, die Lage eines Sternes bei möglichst guter Einstellung recht genau zu beobachten und dann beim plötzlichen Aus- oder Einschrauben des Okulars sein Augenmerk darauf zu richten, ob die mehr oder weniger runde helle Scheibe sich symmetrisch um den früheren Ort ausbreitet, oder ob dies mehr nach der einen oder anderen Seite geschieht. In Fig. 10a hat sich die helle Ausbauchung rechts von der Lage des anvisirten Sternes, die durch ein schmales Kreuz markirt ist, entwickelt und es muss deshalb das Objektiv entweder rechts dem Okular genähert oder links von demselben entfernt werden.

Eine ganze Umdrehung an dem betreffenden Paar der Kontreschrauben kann ungefähr genügend sein, den Fehler zu korrigiren. Man muss dann von Neuem das Teleskop auf einen Stern richten und zwar am besten auf einen kleineren, dem Zenith nahestehenden, und eine weitere Prüfung an diesem in der Mitte des Gesichtsfeldes vornehmen.

Man wird dann wahrscheinlich finden, dass noch ein kleiner Fehlerrest vorhanden ist und besonders bei Anwendung stärkerer Vergrösserungen wahrnehmen, dass wiederum die Helligkeit sich etwas mehr nach der einen Seite vom Sternort ausbreitet (vgl. Fig. 11); ist dieser Fehler gering, so muss man sehr sorgfältig und kritisch beobachten und das Aus- und Einziehen des Okulars innerhalb sehr enger Grenzen vornehmen, wie ein wenig Praxis bald lehren wird. Eine feinere Hantirung mit den Kontreschrauben wird indess erst am Schluss der Justirung nothwendig sein.

Fig. 11.

Auch ein sehr wenig erfahrener Beobachter wird bemerkt haben, dass die leuchtende Scheibe, welche ein „nicht im Fokus befindlicher“ Stern zeigt, nicht gleichmässig hell erscheint, sondern in ein System von Interferenzringen aufgelöst ist; je mehr der Stern aus dem Fokus ist und je grösser die leuchtende Scheibe wird, um so grösser ist auch die Zahl der sichtbaren Ringe. Für die letzten Stadien der Justirung ist es nun wichtig, zu beachten, dass kleine Justirungsfehler am leichtesten entdeckt werden können, falls der Beobachter das Okular nur soweit aus dem Fokus zieht, als nöthig ist, um bei Anwendung starker Vergrösserungen ein bis zwei Ringe sichtbar zu machen. Man kann dann die letzten Spuren ungleichmässiger Ausbreitung um den Sternort leicht entdecken und die entsprechenden kleinen Justirungen mit den Kontreschrauben bewirken. Bei einiger Sorgfalt wird der Beobachter ausserdem auch bemerken können, dass der Theil der leuchtenden Scheibe, der sich am weitesten von dem Orte des Sterns hinweg ausbreitet, am wenigsten hell ist, während die entgegengesetzte, dem Orte des Sterns nächste Seite, die grösste Helligkeit zeigt (vgl. Fig. 11); immerhin ist die charakteristische, exzentrische Ausbreitung der Ringe in Wirklichkeit am schärfsten zu beobachten. Für Objektive des ersten Typus gilt also folgende Regel: Das Objektiv muss dem Okularende auf derjenigen Seite genähert werden, nach welcher sich das Sternbild beim Verlassen der schärfsten Einstellung (Aus- oder Einschrauben des Okulars) am stärksten ausbreitet; anstatt auf der genannten Seite das Objektiv zu nähern, kann man dasselbe natürlich auch auf der gegenüberliegenden entfernen.

Die Lehrbücher der Astronomie, welche die Justirung übrigens sämmtlich viel

zu kurz bebandeln, gehen gewöhnlich andere Vorschriften für die Untersuchung von Justirungsfehlern an. Der Beobachter soll nach ihnen die Konfiguration des Sternbildes im Fokus unter hohen Vergrösserungen untersuchen. Er würde dann das kleine Scheibchen nicht kreisrund, sondern oval und zwei bis drei Diffraktionsringe nicht symmetrisch ringsum, sondern auf einer Seite sehen, und dies soll ein Kennzeichen dafür sein, dass das Objektiv auf der Seite der Diffraktionsringe dem Okular genähert werden muss. Falls also der Stern ein Aussehen wie in Fig. 10a zeigt, wo die Ringe rechts liegen, müsste man schliessen, dass das Objektiv auf dieser Seite dem Okularende genähert werden muss. Diese Methode ist theoretisch unzweifelhaft richtig, aber praktisch der von uns gegebenen weit unterlegen und zwar hauptsächlich aus dem Grunde, weil bei einigermaassen grossen Instrumenten eine ausnehmend gute Beobachtungsnacht erforderlich ist, um das Sternscheibchen und die umgebenden Ringe scharf zu untersuchen. Der Beobachter kann nämlich in einer gewöhnlichen Nacht sein Objektiv für hinreichend justirt halten und dann bei besserem Himmel belehrt werden, dass die Justirung lange nicht vollständig war. Wenn dagegen der Beobachter die von uns empfohlene Methode in einer Durchschnittsnacht sorgfältig anwendet, so wird er erstens sein Objektiv in viel kürzerer Zeit justiren können und zweitens wird dieses auch in einer wirklich guten Nacht die andern Proben bestehen und die Diffraktionsringe symmetrisch um das Scheibchen zeigen (vgl. Fig. 12a) — vorausgesetzt natürlich, dass das Objektiv wirklich gut ist.

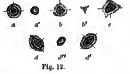


Fig. 12.

Falls es sich um ein grosses Teleskop handelt und der Tubus zum Zwecke der Justirung mit dem Okularende nach oben gedreht werden muss, kann leicht versehentlich an den falschen Schrauben gedreht werden. Man soll sich deshalb bei der Untersuchung die Richtung der stärksten Lichtausbreitung in Bezug auf irgend einen festen Punkt des Teleskoptubus wie Sucher, Deklinationsaxe, Deklinationsklemme u. s. w. merken.

Ist nun das Objektiv vollständig justirt, so wird man bei der Untersuchung des Bildes eines schwachen Sternes wahrnehmen, dass die Lichtausbreitung symmetrisch zum Sternort in der Brennebene erfolgt (vgl. Fig. 12, a, b, c, d und d', wo ein kleines Kreuz den Sternort in der Brennebene angiebt), und hierauf kommt es für die Justirung allein an. Es kann nämlich vorkommen, dass trotz symmetrischer Lichtausbreitung gegenüber dem Sternort in der Brennebene nichtsdestoweniger das Lichtscheibchen nicht rund, sondern oval (*d* und *d'*) oder sogar unregelmässig (*c*) gestaltet erscheint. Solche Erscheinungen weisen dann auf Fehler entweder im Objektiv oder im Auge des Beobachters hin, und wir werden später Anleitung geben, um den Ort derselben zu finden und dem Beobachter einen klaren Begriff von der Qualität seines Instrumentes zu verschaffen.

Die angeführten Regeln bezogen sich auf die Justirung der Objektive vom ersten Typus. Noch einmal sei daran erinnert, dass ein Objektiv (2) eine viel sorgfältigere Justirung erfordert als (3), eine noch sorgfältigere als (4) und eine bei Weitem sorgfältigere als (5), und dass also der gleiche Betrag an Verdrehung — sagen wir z. B. 10' — der Reihenfolge der Nummern nach immer weniger und weniger schädlich sein wird.

Wenden wir uns jetzt zum zweiten Objektivtypus, wie er in Fig. 6 dargestellt und oben näher charakterisirt worden ist, so finden wir, dass dieser nicht

den gleichen Regeln wie der erste folgt. Auch bei beträchtlicher Neigung des Objektivs breitet sich vielmehr die von einem Sterne ausserhalb der Brennebene hervorgebrachte Lichtvertheilung symmetrisch gegenüber dem Orte schärfster Einstellung aus und erscheint nur mehr oder weniger oval. Fig. 12 *d* und *d'* zeigen die Erscheinung auf beiden Seiten der Brennebene und zwar liegt die grössere Axe des Ovals, falls es sich um die Einstellung innerhalb der Brennweite handelt, parallel zu der Axe, um die das Objektiv gedreht ist, während ausserhalb der Brennweite die grössere Axe des Ovals senkrecht zu der vorigen Richtung steht. Dieser astigmatische Fehler verhindert übrigens keineswegs die Benutzung dieses Objektivtypus zu photographischen Zwecken, bei denen ja in erster Linie grosses Gesichtsfeld erforderlich ist. Wird ein Objektiv dieses Typus zum Sehen konstruirt, und findet der Beobachter bei Anwendung hoher Vergrösserung, dass die leuchtende Scheibe, die von einem Stern innerhalb der Brennweite erhalten wird, ein aufrechtes und entsprechend ausserhalb der Brennweite ein waagerechtes Oval ist, und hat er sich ferner überzeugt, dass diese Erscheinung nicht einem Fehler in seinem Auge zuzuschreiben[1]), sondern vom Objektiv verursacht ist, so ist entweder dieses an und für sich fehlerhaft oder nicht gehörig justirt. In letzterem Falle muss die Drehung des Objektivs um eine vertikale Axe erfolgen und zwar entweder im Sinne einer Annäherung links und Entfernung rechts oder umgekehrt; denn nur der Versuch kann hier zeigen, welche Bewegung erforderlich ist. Lässt sich der Astigmatismus durch Drehung nicht beseitigen, so ist man zu dem Schlusse gezwungen, dass das Objektiv selbst fehlerhaft ist. —

Was schliesslich den dritten Objektivtypus (Fig. 7) anbelangt, so zeigt es sich, dass dieser sich bei Justirungsfehlern gerade entgegengesetzt wie der erste verhält. Breitet sich demnach die leuchtende Scheibe exzentrisch gegenüber dem Sternort in der Brennebene aus, so muss gerade auf der Seite der stärkeren Ausbreitung das Objektiv entfernt werden. Liegt z. B. die stärkste Ausbreitung rechts, so muss das Objektiv entweder rechts vom Okular entfernt oder links demselben genähert werden. — Die ganze Justirung eines Objektivs darf, falls das Wetter fortwährend Beobachtungen von hochstehenden Sternen gestattet, selbst bei grossen Instrumenten nicht mehr als eine Stunde erfordern. Für Fernrohre ohne Uhrwerk giebt es vielleicht zum Zwecke der Justirung und nachfolgenden Prüfung keinen geeigneteren Stern als den Polarstern. Die Justirung vollzieht sich sehr leicht bis zu einem gewissen Grade der Genauigkeit, erfordert jedoch besonders in den allerfeinsten Stadien eine sehr sorgfältige Benutzung des Auges. Man muss deshalb für möglichst bequeme Körperhaltung sorgen, da jede gezwungene Lage oder Stellung die Genauigkeit der Beobachtung ausserordentlich beeinträchtigt. Auch dann werden allerdings dem Anfänger die letzten Mängel an Justirung immer noch unbemerkt bleiben, mag er sein Auge auch anstrengen, wie er will; ist er dagegen mit seinem Instrument vertraut geworden und hat er sein Auge gewöhnt, auf die Kennzeichen von Justirungsfehlern zu achten, so wird er ausserordentlich rasch dieselben bemerken und, wenn er seinen Stolz in ein gutes Instrument setzt, sie ebenso rasch auch verbessern; denn ein wirklich gutes Instrument kann bei hohen Vergrösserungen niemals das Maximum seiner Leistungsfähigkeit besitzen, falls noch irgend ein merklicher Justirungsfehler vorhanden ist.

Ist nun ein Objektiv vollständig justirt, so muss der Beobachter weiter

[1]) Dies geschieht durch eine einfache später angegebene Methode.

ein Urtheil über die optische Qualität seines Instruments zu gewinnen versuchen und wir werden deshalb jetzt hierzu Anleitungen und Erläuterungen geben. Die folgenden Bemerkungen beziehen sich gleichmässig ohne Unterschied auf alle Objektivtypen, die zu astronomischen Zwecken benutzt werden, und bei denen das Bild durch Okulare von beträchtlicher Vergrösserung betrachtet wird; dagegen lassen sie keine Anwendung auf Opernglasobjektive und eine nur sehr geringe auf photographische Objektive zu, bei denen das Bild keiner stärkeren Vergrösserung unterworfen wird.

Achromasie.

Bei der Prüfung eines Objektivs hat man vielleicht in erster Linie die Aufmerksamkeit auf den chromatischen Korrektionszustand zu richten. Da mit geringen Ausnahmen die an astronomischen Instrumenten benutzten Okulare Ramsden-sche oder Huygens'sche[1]) sind, so ist hier zunächst darauf hinzuweisen, dass bei diesen die Stärke einen vollständig wahrnehmbaren Einfluss auf die scheinbare chromatische Korrektion eines Fernrohrbildes ausübt. Ein sehr verbreitetes Missverständniss besteht übrigens über die wahre Natur der sogenannten Achromasie dieser Okulare. Achromatisch sind dieselben nämlich nur in dem Sinne, dass sie auf seitliche d. h. vom Rande des Gesichtsfeldes ausgehende Büschel in der gleichen Weise wie auf axiale wirken. Wendet man ein solches Okular auf ein absolut achromatisches Bild an, wie man es z. B. bei einem Reflektor erhält, so tritt folgendes ein: Ein axiales Büschel, welches die Mitte der Vorderlinse senkrecht trifft, besteht bei seinem Austritt aus verschiedenfarbigen Büscheln mit gemeinsamer Axe d. h. alle farbigen Büschel scheinen aus derselben Richtung zu kommen; sie treten jedoch nicht aus, als ob sie von demselben Punkte ihrer gemeinsamen Axe kämen, wie es doch der Fall sein würde, falls das Okular im gewöhnlichen Sinne achromatisch wäre. Wenn z. B. die blauen Strahlen in der Nähe von F genau parallel austreten, so divergiren die rothen Strahlen in der Nähe von C. Genau das gleiche geschieht nun bei einem weissen Büschel, das vom Rande des Gesichtsfeldes ausgeht. Auch dieses tritt so aus, dass die farbigen Einzelbüschel, aus denen es besteht, aus derselben Richtung, aber nicht von demselben Punkte in jener Axe oder Richtung zu kommen scheinen; sind die Strahlen in der Nähe von F parallel, und kommen demnach scheinbar von einem unendlich entfernten Punkte, so divergiren die in der Nähe von C so, dass sie von einem nähergelegenen Punkte der gleichen Richtung zu kommen scheinen. Aus diesem Grunde wird auch das mit einem Reflektor erhaltene Bild bei Benutzung solcher Okulare nicht vollständig achromatisch, sondern mehr oder weniger unterkorrigirt aussehen. Dieser Mangel an Achromasie wird sich aber gleichmässig im ganzen Bildfelde zeigen, und gerade dieses charakteristische Verhalten hat dem Okular die Bezeichnung „achromatisch" eingetragen. Würde nämlich das Bild durch eine einfache Linse von gleicher Fokallänge mit dem Huygens'schen Okular betrachtet und das Auge so hinter die Linse plazirt, dass es das ganze Gesichtsfeld zugleich übersähe, so würde das Bild des Sternes in der Mitte des Gesichtsfeldes ungefähr gleich stark gefärbt sein wie bei Benutzung eines Huygens'schen Okulares; die Bilder am Rande des Gesichtsfeldes würden hingegen bei einer einfachen Linse sehr undeutlich und in farbige Spektren ausgezogen erscheinen. Die Länge dieser Spektren nimmt nach dem Rande des Gesichtsfeldes hin zu und ihre rothen Enden sind nach der Mitte desselben gerichtet.

[1]) Gewöhnlich ist das Letztere der Fall.



Nehmen wir an, das Auge wäre achromatisch, so lässt sich zeigen, dass die Farben, die im Huygens'schen oder Ramsden'schen Okular ihren Ursprung haben, für das direkte Sehen sehr wenig störend sind; das gleiche gilt für die Farben einfacher Linsen gleicher Brennweite, sobald es sich nur um zentrale Büschel handelt. Ferner lässt sich zeigen, dass diese Färbungen für ein achromatisches Auge unabhängig von der Fokallänge, oder in anderen Worten, subjektiv gemessen unabhängig von der vergrössernden Kraft des Okulars sind.

Es lassen sich indess zwingende Beweise dafür erbringen, dass das menschliche Auge weit davon entfernt ist, achromatisch zu sein und dieser Mangel an Achromasie ist ein Faktor von grosser Bedeutung, dessen Einfluss auf den scheinbaren achromatischen Zustand von Teleskopen bei Anwendung verschiedener Vergrösserung oft übersehen worden ist.

Nehmen wir an, ein Beobachter betrachte das vom Reflektor erhaltene Bild eines Sternes nach einander mit einer Reihe von Huygens'schen Okularen, deren schwächstes ein die Pupille des Auges gerade ausfüllendes Lichtbüschel durchlässt,[1]) so wird er bei Anwendung desselben einen merklichen rothen Farbensaum um das Bild des Sternes sehen und ganz besonders deutlich wird die Erscheinung sein, falls er das Okular etwas einschiebt. Wendet er allmälig höhere und höhere Vergrösserungen an, so wird er bemerken, dass der rothe Saum oder die scheinbare Unterkorrektion mehr und mehr verschwindet, und dass bei sehr hohen Vergrösserungen nur eine ganz leichte Spur von rother Säumung übrig bleibt. Dieser relativ geringe Betrag ist ungefähr das, was im Okular selbst seinen Ursprung hat, während die stärkere bei schwächeren Vergrösserungen bemerkbare Färbung dem Auge zuzuschreiben ist. — Es ist nämlich einleuchtend, dass der Dispersionseffekt bei einem Strahle grösser ist, der am Rande der Pupille vorbeigeht und am Rande der Linse gebrochen wird, als bei einem Zentralstrahl, und deshalb wird ein Lichtbüschel, welches aus einem schwachen Okular austritt und breit genug ist, um die Pupille zu füllen, mehr unter dem Achromasiemangel des Auges leiden als ein sehr enges, vielleicht 0,5 *mm* breites Büschel, welches aus einem sehr starken Okular austritt. Sieht der Beobachter einmal völlig von der Benutzung eines Okulares ab und betrachtet das Bild eines Sternes mit blossem Auge, so wird er, wenn er sein Auge dem Bilde solange nähert, bis dieses zu einem Scheibchen anzuschwellen beginnt, dann einen fast gleich starken rothen Saum wie bei Benutzung des schwachen Okulares sehen und so einen Begriff von der Färbung erhalten, die dem Auge zuzuschreiben ist; denn an der vollkommenen Achromasie des von einem Reflektor erhaltenen Bildes kann man nicht zweifeln.

Es ist natürlich bei grossen Refraktoren sehr wichtig, dass das beste und farbloseste Netzhautbild bei den höheren Vergrösserungen, wie sie bei feineren Stern- und Planetenbeobachtungen angewendet werden, zu Stande kommt, und es ist deshalb üblich, die chromatische Korrektion des Objektivs darauf hin zu gestalten. Mit einer Vergrösserung gleich dem 20- bis 30fachen Betrage der in Zentimeter ausgedrückten Apertur sollte ein gutes Objektiv ein so vollkommen chromatisches Bild auf der Netzhaut geben, wie es eben mit dem zur Verfügung stehenden Material möglich ist. Es ist klar, dass das Objektiv streng genommen eine Kleinigkeit chromatisch überkorrigirt sein muss, wenn der Mangel an Achromasie im Okular und im Auge kompensirt werden soll; denn wie wir eben ge-

[1]) Die hierzu nöthige Vergrösserung ergiebt sich, indem man die Oeffnung des Spiegels durch den Durchmesser der Augenpupille dividirt.

sehen haben, lässt die kombinirte Wirkung von Okular und Auge ein vollständig achromatisches Büschel chromatisch unterkorrigirt erscheinen. Aber es ist nicht ganz so klar, dass der Betrag an Ueberkorrektion im Objektiv bei schwächeren Vergrösserungen nicht zur Kompensation genügt, und bei stärkeren Vergrösserungen für diesen Zweck zu bedeutend ist. Und doch liegen die Dinge so. Es lässt sich nämlich, falls man die Sehbedingungen und die Wirkung des Okulars in Rechnung zieht, theoretisch beweisen, dass vollkommene Achromasie auf der Retina nur bei **einer** Vergrösserung, die übrigens willkürlich gewählt werden kann, möglich ist. Dies ist bei der Prüfung eines Objektivs auf seinen chromatischen Korrektionszustand zu berücksichtigen.

Ein Objektiv soll so korrigirt sein, dass die hellsten Strahlen des Spektrums, die ungefähr zwischen *C* (orange roth) und *F* (blaugrün) liegen, bei einer Vergrösserung gleich dem 20- bis 30fachen Betrag der Oeffnung zugleich auf der Netzhaut vereinigt werden. Ist dies der Fall, so haben die dunkleren Strahlen jenseits *C* ihren Vereinigungspunkt ein wenig dahinter, während die brechbareren Strahlen jenseits *F*, die dem Einflusse des Flint unverhältnissmässig stark unterworfen sind, ihren Vereinigungspunkt so weit hinter dem Hauptbrennpunkt haben, dass sie — und dies besonders unter höheren Vergrösserungen — sehr beträchtlich zerstreut und deshalb verhältnissmässig unmerklich werden.

Es giebt vielleicht keinen Stern, der sich mehr zur Prüfung des chromatischen Korrektionszustandes bei mittleren und grösseren Objektiven eignete, als der Polarstern. Richtet man ein Fernrohr auf diesen Stern und untersucht das Bild unter Anwendung der genannten Vergrösserungen, so sieht man, falls das Objektiv vollständig korrigirt und das Okular so weit eingeschoben ist, um 2 bis 3 Ringe erkennen zu lassen, eine gelblich weisse Scheibe, umgeben von einem sehr schmalen rothen Saum. Die entsprechende Erscheinung bei herausgezogenem Okular ist die gleiche gelblich-weisse Scheibe, aber ohne irgend eine Spur eines rothen Saumes. Nimmt der Beobachter das Ausziehen des Okulars mit grosser Vorsicht vor, so wird er überdies ein kleines hellrothes Sternscheibchen bemerken können, welches sich in demselben Momente bildet, wo der „Hauptbrennpunkt“ sich merklich auszubreiten beginnt. Es ist dies der Vereinigungspunkt der weniger brechbaren Strahlen jenseits *C*.

Zieht man das Okular noch ein wenig weiter heraus, so beginnt sich ein unbestimmter blauer „Brennpunkt“ in der Mitte zu bilden. Geht man dann noch weiter mit Ausziehen, bis sich ungefähr fünf bis sechs Ringe zählen lassen, so liegt ein blauer Schimmer über dem gelblich weissen Ringsystem, der die inneren Ringe überdeckt, den äusseren dagegen schwerlich erreicht und nach der Mitte zu heller und violett gefärbt ist.

Richtet man nun bei Anwendung des gleichen Okulares das Fernrohr auf einen blau-weissen Stern wie z. B. auf die Vega, so wird man schwerlich bei eingeschobenem Okular den früheren rothen Saum finden; denn das Licht der Sterne dieser Art ist arm an den weniger brechbaren rothen Strahlen. Richtet man andererseits das Fernrohr auf einen rothen Stern, wie *α Orionis*, so wird man finden, dass der bei eingeschobenem Okular sichtbare rothe Saum sehr markant und viel deutlicher als beim Polarstern ist. Diese rothen Sterne sind nämlich reich an den weniger brechbaren rothen Strahlen.

Wir erwähnen dies hier, weil viele Beobachter bei der Prüfung ihres Fernrohres an einem rothen Stern geneigt sein dürften, gerade da auf Unterkorrektion

des Objektives zu schliessen, wo dasselbe in Wirklichkeit so achromatisch wie möglich ist.

Wir wenden uns jetzt wieder zum Polarstern und beobachten den Einfluss einer Okularänderung. Setzen wir voraus, die Achromasie wäre so vollkommen wie nur möglich bei einer Vergrösserung gleich dem 20fachen Betrage der Oeffnung (in *cm*) und wir benutzten ein Okular, das die doppelte Vergrösserung giebt, so wird man bei eingeschobenem Okular keine Spur eines rothen Saumes sehen, vielmehr wird an dessen Stelle ein eben merklich grünlicher Saum sich vorfinden und demnach das Objektiv überkorrigirt erscheinen, was ja auch in der That der Fall ist. Bei Anwendung geringerer Vergrösserungen wird man dagegen finden, dass der bei eingeschobenem Okular sichtbare rothe Saum mit zunehmender Brennweite des Okulars breiter und deutlicher und demnach das Objektiv mehr und mehr unterkorrigirt erscheinen wird. Dies ist der Fall bis zu einer Vergrösserung gleich dem Verhältniss von Objektiv und Pupillendurchmesser und bei dieser wird die scheinbare Unterkorrektion ihr Maximum erreichen. Wie wir nämlich vorher auseinandergesetzt haben, ist der Ursprung dieser scheinbaren Unterkorrektion nicht im Okular, sondern im Auge zu suchen; denn die scheinbare Wirkung des Okulars in Bezug auf Färbung ist eine fast vollkommen konstante Grösse.

Aus den angeführten Gründen ist es nicht richtig, die Achromasie eines Objektives mit irgend einem beliebigen Okular zu untersuchen oder an irgend einem beliebigen Stern; wenigstens müsste dann der Beobachter mindestens annähernd wissen, welcher Antheil an der Gesammtwirkung auf Rechnung des Okulars und der vorwiegenden Farbe des Sternes zu setzen ist.

Falsche Zentrirung.

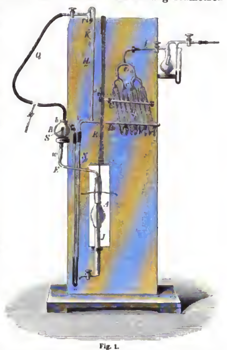
Wenn die beiden Linsen, aus denen ein Objektiv besteht, entweder falsch gefasst oder so mangelhaft in die Fassung eingepasst sind, dass die optischen Mittelpunkte nicht zusammenfallen, so beeinflusst dies in leicht bemerklicher Weise die Strahlenvereinigung. Schiebt man nämlich das Okular etwas ein, so kann man bemerken, dass die eine Seite des Ringsystems stärker roth erscheint als die andere und dass entsprechend ein helles Objekt einen mehr oder weniger rothen Rand auf der einen und vielleicht auch einen grünen Saum auf der anderen Seite zeigt. Man hat dann immer zu schliessen, dass der Mittelpunkt der Flintlinse gegenüber dem der Kronlinse nach der Richtung verschoben ist, in welcher der rothe Saum am kräftigsten auftritt. Zeigt sich z. B. der rothe Saum rechts, so bedeutet dies, dass das Zentrum der Flintlinse nach rechts vom Zentrum der Frontlinse verschoben ist. Ist der Fehler bedeutend, so ist das Bild des Sternes in eine Art Spektrum auseinander gezogen. Bei der Untersuchung auf diesen Fehler ist es ausserordentlich wichtig, das Instrument auf einen dem Zenith nahestehenden Stern zu richten; es hat dies den Zweck, die atmosphärische Dispersion zu vermeiden. Richtet man nämlich ein vollkommen zentrirtes Objektiv auf einen Stern in der Nähe des Horizontes, so liefert derselbe keineswegs ein achromatisches Bild, sondern erscheint vielmehr in ein vertikales Spektrum mit dem rothen Ende nach oben ausgezogen. Und selbst in mittleren Höhen liefert ein grosses Fernrohr trotz vollkommener Zentrirung ein oben merklich mehr roth gefärbtes Bild von einem Sterne. Diese atmosphärische Dispersion kann übrigens leicht durch ein Prisma mit kleinem Winkel korrigirt werden, welches man mit der Kante nach oben hinter das Okular stellt.

(Forts. folgt.)

Selbthätige Quecksilberluftpumpe.

Von
Prof. F. Neesen in Berlin.

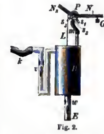
In ein Sammelgefäss A (Fig. 1) für das zur Verwendung kommende Quecksilber taucht das Steigrohr R, über welches ein kleines Gefäss a angeschmolzen ist. Aus a führt ein Vertheilungsrohr C zu kleinen kapillaren Glasstutzen c, die in Fallröhren g von solchem Querschnitt übergehen, dass ein Quecksilbertropfen in ihnen noch sicher zusammenhält. Im Maximum darf der lichte Durchmesser der Röhren g nicht mehr wie 2 *mm* betragen. Dort wo, wie die Zeichnung zeigt, die Röhren g umgebogen sind, werden zu dem Rohr f, das mit dem luftleer zu machenden Rezipienten in Verbindung steht, führende Zuleitungsröhrchen e angeschmolzen. Die Fallröhren gehen nicht genau vertikal nach unten, sondern etwas geneigt, um das Zusammenhalten des Quecksilbertropfens zu begünstigen. Sie liegen ferner zweckmässig, um Halt zu erhalten, an dem Rohr C an. An ihrem Ende sind die Röhrchen g aufgebogen und münden in ein Sammelrohr D. In der Zeichnung ist angenommen, dass die Einmündungsstellen in D auf dem Boden des letzteren


Fig. 1.

Rohres sich befinden. Noch besser werden dieselben an der Seitenwand angeordnet. Von D führt ein mit Glasventil v versehenes Rohr N nach dem Gefäss B, welches durch ein gleichfalls mit einem Ventil w versehenes Rohr E mit dem Sammelgefäss A in Verbindung steht. An Stelle des kurzen Rohres N mit Ventil v kann auch eine U-förmige Röhre von Barometerlänge ohne Ventil treten, wie die Figur zeigt.

Von dem Sammelrohr D führt eine Röhre H, welche mit einem Rückschlagventil r versehen ist, zur Saugvorrichtung. Die Fallröhren g werden ungefähr 20 *cm* lang genommen. Ihre Zahl ist beliebig; je grösser diese Zahl, desto wirksamer ist die Pumpe. Das Sammelgefäss A hängt an einem Riemen und kann je nach Bedarf höher oder niedriger gestellt werden.

Für die selbthätige Bedienung sind zwei praktisch ausgeführte Anordnungen angegeben. Bei der älteren, Fig. 2, hängt das Gefäss B durch Schnur L an einem Arme N_2, der an dem Kücken eines Hahnes P befestigt ist. Ein zweiter Arm N_1 trägt ein Gegengewicht G. G und Anfhängepunkt von L können


Fig. 2.

in Schlitzen verschoben und nach Bedarf eingestellt werden. Das Hahnkücken P hat eine aus zwei unter geringem Winkel gegeneinander geneigten Theilen be-

stehende Bohrung. In dem Hahnsitz sind drei Bohrungen s_1, s_2, s_3 vorhanden, von welchen s_1 zur äusseren Luft, s_2 zu der Saugpumpe, s_3 durch Schlauch *m* zu dem Gefäss *B* führt. Die Verbindungen *k* und *E* des Gefässes *B* mit *D* und *A* sind bei dieser Hahnanordnung gleichfalls biegsam.

Das Gegengewicht *G* ist so abgeglichen, dass, wenn sich in *B* wenig Quecksilber befindet, das Moment von *G* eine Drehung des Hahnes in die gezeichnete Stellung bewirkt. Ist dagegen *B* mit Quecksilber gefüllt, so überwiegt das Moment der Schwere von *B* und der Hahn wird umschlagen. Bei dem hierdurch veranlassten Entleeren des Gefässes *B* überwiegt nicht sofort das Moment von *G*, da bei der Drehung des Hahnes der Hebelarm, an welchem *B* wirkt, verlängert, der von *G* verkürzt wird. Es muss daher erst beinahe alles Quecksilber ausgeflossen sein, ehe *G* wieder Uebergewicht erhält und den Hahn umschlägt.

An Stelle dieser Hahneinrichtung habe ich neuerdings die in Fig. 3 gezeichnete Ventileinrichtung angeordnet, die ebenfalls in Fig. 1 dargestellt ist. Hierbei ist das Gefäss *B* fest an dem Gestell, so dass alle biegsamen Verbindungen wegfallen. Es wird *B* durch einen aufgekitteten Stahldeckel *b* verschlossen, in welchen das Ventilstück *d* einzuschrauben ist. Dieses Stück enthält ein Doppelventil z_1, z_2. Es sind diese beiden Ventilkörper durch ein Stängelchen verbunden und unten mit dem Schwimmer *S* beschwert. Der Ventilsitz für z_1 steht mit der äusseren Luft, der für z_2 mit einer Röhre *Q* in Verbindung, welche zur Saugvorrichtung führt. Eine Bohrung *o* verbindet noch den Innenraum von *B* mit dem Ventilkanal in *d*.

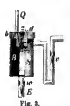


Fig. 3.

Das Spiel der Pumpe ist nun folgendes: Durch die Verbindung *r*, *K*, *H* wird von der Saugvorrichtung (Wasserstrahlgebläse oder gewöhnliche Luftpumpe) der Rezipient annähernd luftleer gemacht. Aus *A* steigt das Quecksilber in *R* auf, fliesst nach *a* über und von dort nach *C*. Aus *C* tritt es in die Kapillaren *c*, sammelt sich in den oberen Theilen von *g* zu einem kleinen Tropfen, der abreisst und in *g* niederfällt, dabei die vor ihm befindliche Luft fortschiebt und nach *J* überführt, von wo diese Luft durch *H* abgesaugt wird. Hinter dem fallenden Tropfen bildet sich ein luftleerer Raum, in welchen die Luft des Rezipienten durch *f* und *e* eindringt, bis ein neuer Tropfen, der sich gebildet hat, *e* verschliesst und beim Abreissen die hinter den ersten Tropfen getretene Luft weiter fortschiebt. Während die so in allen Röhren *g* vorgeschobene Luft durch *H* abgesaugt wird, fliesst das Quecksilber durch *N* nach dem Gefäss *B* über.

Bei der Hahneinrichtung nach Fig. 2 füllt sich das Gefäss *B*, in welches aus *A* direkt Quecksilber wegen des Ventiles *w* nicht übertreten kann, allmälig mit dem durch *v* überfliessenden Quecksilber, da *B* bei der gezeichneten Hahnstellung von der Saugpumpe auch luftleer gehalten wird. Ist Gefäss *B* ziemlich gefüllt, so schlägt es durch seine Schwere den Hahn *P* um. Jetzt tritt äussere Luft in das Gefäss *B*, so dass das hier befindliche Quecksilber vermöge seines Ueberdruckes von *B* nach *A* zurückfliesst, da der Rückgang nach *k* durch das Ventil *v* verhindert wird. Das Gegengewicht *G* schlägt den Hahn *P* wieder um, wenn beinahe alles Quecksilber aus *B* ausgeflossen ist. Nach diesem Umschlagen tritt *B* in Verbindung mit der Saugvorrichtung, so dass das Ueberfliessen des aus der Pumpe kommenden Quecksilbers von Neuem erfolgen kann. Es würde nun in dem Augenblicke, wo das mit Luft von Atmosphärendruck gefüllte Gefäss *B* in Verbindung mit der Saugvorrichtung, also auch mit Rohr *H* gesetzt wird, die

Luft aus B, da sie nicht sofort ganz abgesaugt werden kann, in die Pumpe treten, das Quecksilber in den Röhren g hochdrücken und den Rezipienten füllen. Um dieses zu verhindern, ist das Rückschlagventil Kr angeordnet; das Gefäss K enthält etwas Quecksilber, durch welches ein Ventilkörper r gehoben und hierdurch der Abschluss bewirkt wird. Ist durch die Saugvorrichtung die hinreichende Verdünnung erzeugt, so wird r von der Luft in H heruntergedrückt und erstere geht zur Saugpumpe über.

Das Spiel der den Hahn ersetzenden Ventileinrichtung (Fig. 3) ist ganz analog. Die Schwere des Schwimmers zieht die Ventilkörper herunter, sodass z_1 den Abschluss gegen die äussere Luft bewirkt, während durch R Verbindung mit der Saugvorrichtung hergestellt ist. Quecksilber strömt nun in das luftleere Gefäss B; der Schwimmer S erleidet einen Auftrieb, der schliesslich gross genug wird, den auf z_1 lastenden Ueberdruck der äusseren Atmosphäre zu überwinden. z_1 öffnet sich, während gleichzeitig z_2 den Zufuhrkanal nach Q verschliesst. Die äussere Luft strömt in B ein, sodass das Quecksilber durch eigene Schwere nach A zurückströmt. Wenn die angewandte Saugvorrichtung nicht sehr stark wirkt, könnte das zweite Ventil z_2 auch fehlen, jedoch wird die Anbringung derselben sich auch wegen der sicheren Wirkung empfehlen.

Fast die ganze Quecksilbermenge kommt nur mit sehr verdünnter Luft in Berührung, so dass die Masse der absorbirten Luft klein ist. Um aber vollständig zu verhüten, dass diese dem Quecksilber anhaftende Luft durch den Uebertritt in die Pumpe den Verdünnungsgrad beeinträchtigt, ist das Gefäss a angeordnet. Das Quecksilber sprudelt aus R heraus, die etwa noch vorhandene Luft fängt sich in a.

Zum Zulassen von Luft befindet sich vor dem Rezipienten ein Hahn, welcher während des Ueberfliessens des Quecksilbers nach B, während also in H kein Quecksilber steht, zu öffnen ist. Sonst würde dieses Quecksilber durch die eintretende Luft nach K geschleudert werden.

Die Ventileinrichtung sowohl wie die Hahneinrichtung können übrigens auch bei anderen Arten von Pumpen verwandt werden, z. B. bei der gewöhnlichen Form der Geissler'schen oder Töpler'schen Pumpe. Nur muss dann der Sitz von z_1 bezüglich s_1 mit einer Quelle von komprimirter Luft verbunden sein, welche das Quecksilber in den Stiefel der Pumpe drückt.

Um während der Zeit, in welcher der Behälter B mit Luft von höherem Drucke gefüllt ist, das Fallen der Quecksilbertropfen in g nicht zu unterbrechen, wird zwischen D und N ein kleinerer Behälter O (Fig. 4) angewendet, von welchem das Rohr H abgeführt wird. Wenn B luftverdünnt ist, fliesst das Quecksilber direkt von D über N nach B, ohne dass sich O füllt. Tritt die äussere Luft in B ein, so sammelt sich das aus B nach D überfliessende Quecksilber in O, so dass ein Unterbrechen in dem Fallen der Tropfen nicht eintritt. Nachdem B wieder luftleer geworden ist, entleert sich O nach B hin.

Fig. 4.

Vortheile der Pumpe sind grosse Wirksamkeit, geringer Quecksilberverbrauch — es genügen 2 bis 3 kg, — einfache Bedienung und geringer Preis. Der Gedanke liegt ja nahe, dass die vielen Verbindungsstellen bei Vorhandensein vieler Fallröhren Anlass zu Spannungen und in Folge dessen zu nachträglichen

Sprüngen gehen. Ich habe indessen eine Pumpe seit einem halben Jahre in regelmässigem Betriebe, ohne in irgend einer Weise gestört zu sein.

Für den Glastheil der vorbeschriebenen Pumpe hat sich auch folgende vereinfachte Form bewährt, bei welcher ein von Bottomley angegebenes Vertheilungsrohr benutzt ist.

Das Zulaufsrohr C (Fig. 5) ist mit Ansätzen u_1, u_2, u_3 u. s. f. versehen; es wird in das Sammelrohr Z so eingeschmolzen, dass die kapillaren Ausflussröhrchen u in kurze Glasansätze, t_1, t_2, t_3 hineinreichen. An diese sind die Fallröhren g_1, g_2, g_3 angeschmolzen. Von Z führt nur eine Verbindungsröhre e zum Trockengefäss. In den Ansätzen t sammelt sich das aus u in einem feinen Strahl ausfliessende Quecksilber, bis der Tropfen gross genug ist, um in g niederzufallen. Durch diese seitliche Verbindung der Fallröhren g mit den Glasansätzen t, in welchen ein Sammeln des Quecksilbers stattfindet, unterscheidet sich der Aufbau wesentlich von einer von Nicol angegebenen Art. Bei dieser sind zunächst vielfach Gummiverbindungen vorhanden, sodann schliessen die direkt aus u in g einfallenden Quecksilbertropfen die Luft bei grosser Verdünnung nicht ab.

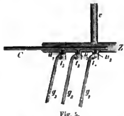


Fig. 5.

Angefertigt wird die gesetzlich geschützte Pumpe von Herrn Glasbläser Max Stuhl, Berlin, Philippstrasse, zum Preise von 150 M.

Das 12-zöllige Aequatoreal der Sternwarte im Georgetown-College, Washington D. C.[1]

Aus der Werkstatt für astronomische und geodätische Instrumente von Fauth & Co. (Inhaber G. N. Saegmüller) in Washington D. C.

Dieses Instrument wurde von Herrn G. N. Saegmüller in Washington, D. C. verfertigt und vor nahezu drei Jahren aufgestellt. Der Gebrauch hat gezeigt, dass die verschiedenen Neuerungen an dieser Montirung von grossem Werthe sind. Eine kurze Beschreibung derselben dürfte deshalb den Lesern dieser Zeitschrift willkommen sein.

Die hauptsächlichste Neuerung besteht in den beiden Sucherkreisen K_1 K_2, (vgl. die Figuren)[2], den sogenannten *star-dials*, oder *finding-circles*, welche an dem Pfeiler des Refraktors, gerade über den Handrädern, mit welchen das Fernrohr in Rektaszension und Deklination bewegt wird, angebracht sind. Die beiden Axen des Fernrohrs tragen zwar ausserdem noch die üblichen Kreise zum Einstellen, nämlich ein Paar mit feiner Theilung auf Silber und ein Paar mit grossen weissen Ziffern auf dem schwarzen Umfange. Doch erwiesen sich die erstgenannten Sucherkreise als so genau und so bequem, dass die letzten beiden Paare von Kreisen bisher thatsächlich noch nie benutzt wurden.

Das Zifferblatt für die Deklinationen K_1 sitzt fest in seinem Gehäuse, dasjenige für Rektaszensionen K_2 hingegen bewegt sich mittels Uhrwerks und zeigt

[1]) Nach freundlichen mündlichen und brieflichen Mittheilungen des Paters J. Hagen S. J., Direktors der Sternwarte. D. Red.

[2]) Betreffs der Figuren vgl. die Bemerkung S. 84 dieses Jahrgangs.

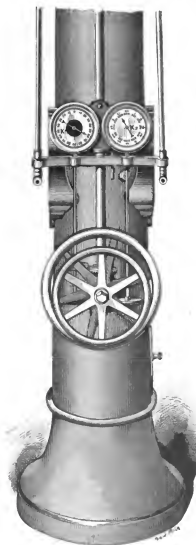
durch einen festen Stift am Rande des Gehäuses die Sternzeit an. Jedes der beiden Zifferblätter hat einen grossen, dunklen Zeiger, der sich zugleich mit dem Fernrohre bewegt, jeder vollständig unabhängig vom andern.



Die kleinsten Theile auf den Zifferblättern entsprechen einem Grade in Deklination oder vier Zeitminuten in Rektaszension, und da man ein Zehntel dieser Intervalle noch leicht schätzen kann, so hat man den gesuchten Stern unfehlbar

im dreizölligen Sucher, und meist auch unmittelbar im Gesichtsfelde des grossen Fernrohrs selbst.

Der Hauptvortheil dieser *star-dials* besteht in der Schnelligkeit, mit der man das Instrument einstellen kann. Es ist in der That ein Leichtes, auf beide Koordinaten in weniger als einer halben Minute einzustellen. Es kommt dies einerseits daher, dass man die Zifferblätter gerade vor Augen hat, während man das Fernrohr dreht, andererseits aber daher, dass man den Stundenwinkel nicht zu berechnen braucht, sondern unmittelbar auf Rektaszension einstellt.[3])



Eine zweite bemerkenswerthe Einrichtung bezieht sich auf den photographischen Korrektor. Derselbe besteht aus einer dritten Linse von ebenfalls 12 *Zoll* Oeffnung. Die Fassung dieser dritten Linse ist an der Fassung der beiden andern durch drei symmetrisch vertheilte Handschrauben befestigt und ist so abgedreht, dass sie immer zentrisch aufliegt. Sie ist aber ausserdem mit der festen Fassung durch ein Scharnier verbunden, so dass man sie durch eine Dreiviertel-Umdrehung an der Aussenseite des Fernrohrs befestigen kann. Dadurch ist jede Gefahr beim An- bezw. Abschrauben des Korrektors beseitigt.

Der optische Theil des Instrumentes wurde von Herrn J. Clacey geliefert und hat sich bisher als von vorzüglicher Güte erwiesen. In der übrigen Konstruktion weicht das Instrument wenig von andern ab; die beiden Illustrationen zeigen die hauptsächlichsten Theile. Die Klemmen und Feinbewegungen sind vom Okular aus zu handhaben; das kräftige Uhrwerk mit isochronem Pendel ist mit elektrischer Kontrole versehen und die Beleuchtung geschieht mittels kleiner Glühlampen.

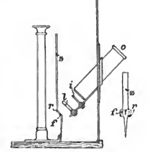
Das ganze Instrument ist äusserst kräftig und geschmackvoll gebaut. Herr G. N. Saegmüller hat seit dieser Zeit ähnliche Aequatoreale für die Marine-Sternwarte in Washington sowie für *Brown University* in Providence und eines von 20 *Zoll* Oeffnung für Manila gebaut.

[3]) Eine genaue Beschreibung der kinematisch interessanten mechanischen Einrichtung dieser *star-dials* wird Herr Saegmüller in einem der nächsten Hefte mittheilen.

Neuerungen an Waagen.

(Aus der Werkstatt für Präzisionswaagen von **Paul Bunge** in Hamburg.)

Als im Frühjahr 1893 die Nachfrage nach möglichst schnell und exakt schwingenden Waagen mit Fernrohrablesung eine derartig rege wurde, dass ich mich längere Zeit fast ausschliesslich mit der Herstellung dieser für schnelle Arbeiten unentbehrlichen Instrumente beschäftigen musste, fiel mir bei meiner bis zu der Zeit angewandten Ablesung mit Abbe'schem Kollimationsfernrohr die Komplizirtheit desselben höchst störend auf. Bei fast allen in meiner Werkstatt gebauten Waagen für grössere Belastungen von 20 und 50 *kg* oder kleineren für physikalische Zwecke hergestellten Instrumenten, Transporteuren u. s. w. für sehr hohe Empfindlichkeit, bei welcher es darauf ankam, die Schwingungsdauer möglichst zu reduziren, ohne die Empfindlichkeit zu verringern, wurde diese vorzügliche Ablesung gebraucht. Der bei dieser Vorrichtung hervortretende Uebelstand ist die Schwierigkeit, um nicht zu sagen, Unmöglichkeit für den wenig Geübten, bei einer auf dem Transport geschehenen auch noch so geringen Verschiebung einer der drei Theile der Einrichtung, Hohlspiegel, Prisma und Fernrohr, die Wiedereinstellung ohne Hilfe zu bewerkstelligen. Der am Balken befestigte Hohlspiegel mit einem Krümmungsradius gleich seinem Abstande vom Okular, durch das Prisma gehend gerechnet, soll einen im Okular in der Mitte einer Glas-Mikrometertheilung angebrachten Strich, welcher ihm durch das an der Säule befestigte Prisma zugeworfen wird, derartig scharf reproduziren, dass das Spiegelbild dieses Striches gut beleuchtet und deutlich sichtbar vor dem Mikrometer die Schwingungen des Balkens angiebt. Nach einiger Uebung ist allerdings eine event. nöthige Korrektur mit Leichtigkeit auszuführen; immerhin aber wurde ich durch den erwähnten Nachtheil veranlasst, eine weniger komplizirte Ablesevorrichtung zu konstruiren, welche sowohl die Elfenbeinskale für die Zeigerspitze gut sichtbar, als auch gleichzeitig das Glas-Mikrometer hell und scharf beobachten lässt. Es sollten einige Instrumente für 200 *g* Belastung gebaut werden, mit nach Art der Metallschalen hohl ausgeführten Bergkrystallschalen, und es wurde gefordert, die 1/200 *mg* direkt in ganzen Graden ablesen, gleichzeitig aber auch diese hochempfindlichen Waagen durch eine einfache Einrichtung in äusserst schnell schwingende Waagen mit 1/10 *mg* Empfindlichkeit umändern zu können.

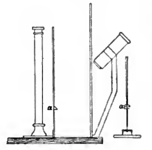


Ich verbreiterte den dreieckigen Zeiger *z* der Waage etwa 40 *mm* oberhalb seiner Spitze zu einem kleinen Rahmen *r*, welcher unter 45° abgebogen wurde, und zog durch die Mitte dieses Rahmens einen etwa 1/20 *mm* starken Metallfaden *f*. Zur Vermeidung jeder Parallaxe fügte ich dann auf einem an der Lupe befestigten Träger zwischen diesem Metallfaden und einem Glas-Mikrometer *i* eine Bikonvexlinse *l* ein, so dass ich mit den Schwingungen des Zeigers die Schwingungen des Metallfadens von dem Mikrometer durch die etwa 10fach vergrössernde Lupe *o* betrachten konnte. Die Empfindlichkeit des Balkens war so gestellt, dass auf der in Millimeter getheilten Elfenbeinskale die Zeigerspitze pro 1/10 *mg* einen Grad angab, also die Versetzung eines 0,005 *g*-Reiters um eine Kerbe meines in 100 Theile in der ganzen Länge getheilten Reiterlineals, eine Verschiebung der Gleich-

gewichtslage um $^1/_{10}$ *mg* = 1 Grad an der Skale gleich etwa 10 Graden der Mikrometer in der Lupe hervorrief. Ungefähr in Mitte des Zeigers brachte ich einen kleinen Konus an, auf welchem ein genaues Gewicht sorgfältig verpasst war, so dass es, ohne irgend welche Abweichung der Einstellung hervorzurufen, aufgesetzt und abgenommen werden konnte. Durch das Aufsetzen dieses Gewichts wurde der Schwerpunkt des Balkens so tief gelegt, dass der Zeiger nur pro 1 *mg* einen Grad an der Elfenbeinskale, also in der Lupe pro $^1/_{10}$ *mg* einen Grad angab. Die Schwingungsdauer wird hierdurch derartig reduzirt, dass sie sich zu der einer gleich empfindlichen Waage verhält wie $1 : \sqrt{10}$, also bei 100 *g* Belastung 9 Sekunden beträgt, eine Kürze der Schwingungsdauer, wie sie für 100 *g* Belastung kaum geringer zu erreichen ist. Bei gleichzeitiger Anwendung eines 50 *mg*-Reiters ist das Wägen mit dieser Waage ausserordentlich exakt. Die Bruchgramme unter 1 *dg* sind überflüssig und werden durch Versetzen des Reiters direkt ablesbar schnell und sicher bestimmt und die $^1/_{10}$ *mg* in der Lupe abgelesen.

Um die Waage in die frühere mit höchster Empfindlichkeit zurückzuwandeln, wird das kleine Gewicht von dem Zeiger abgehoben, der 50 *mg*-Reiter an den für ihn im Gehäuse befindlichen Haken gehängt und der 5 *mg*-Reiter wieder in Gebrauch genommen.

Eine andere Ablesung, welche ich in letzter Zeit konstruirt habe, welche sämmtliche Vorzüge der früheren vereinigt, sich aber durch geringeren Preis und noch geringere Beeinträchtigung der Sichtbarkeit der Elfenbeinskale auszeichnet, ist folgende. Etwa 40 *mm* oberhalb der Zeigerspitze befindet sich durch ein an der Säule befestigtes Milchglasplättchen gut beleuchtet, unter 45° geneigt am Zeiger ein im Radius von etwa 260 *mm* in $^1/_{10}$ *mm* getheiltes Glas-Mikrometer *a*, welches vor einer mit Fadenkreuz-Okular versehenen Lupe schwingt. Die Einstellung der wie bei vorhergehender Beschreibung in jeder Augenhöhe befindlichen Lupe ist eine durchaus leichte und das Mikrometer gut und klar sichtbar. Die Einrichtung der Waage ist dieselbe wie vorhergehend. Zumal mit dieser letzten einfachen Ablesevorrichtung, bei welcher die Elfenbeinskale vollständig frei und sichtbar bleibt und die $^1/_{10}$ *mg* bzw. ganzen Milligramm wie gebräuchlich an der Zeigerspitze und am Reiterlineal abgelesen werden, die Lupe nur für die Feststellung der feinsten Gewichtstheile $^1/_{100}$ bzw. $^1/_{10}$ *mg* gebraucht wird, glaube ich dem Forscher sowie dem schnell und sicher analysirenden Chemiker ein höchst praktisches Instrument geboten zu haben.



Die Waage ist also gleichzeitig eine technische mit 1 Grad pro 1 *mg* Abweichung von der Gleichgewichtslage, eine analytische ohne Verringerung der Schnelligkeit, mit $^1/_{10}$ *mg* und eine physikalische mit $^1/_{100}$ *mg* Empfindlichkeit. Ausserdem sind bei der analytischen Waage die Bruchgramme unter 1 *dg* als Gewichtstücke überflüssig, die Schwingungen derartig schnelle und exakte, die Empfindlichkeit bei wechselnder Belastung eine derartig konstante, wie sie nur gewünscht werden kann.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Präzisionsmechanik und Feinoptik auf der Kolumbischen Weltausstellung in Chicago 1893.

Von **B. Pensky** und Prof. Dr. **A. Westphal**.

Einleitung.

Die Kolumbische Weltausstellung in Chicago hat in weit höherem Maasse als irgend eine der früheren Weltausstellungen die Augen der ganzen Welt auf sich gezogen und den friedlichen Wettkampf aller Kulturvölker in sich vereinigt. Zum Theil lag dies daran, dass die Ausstellung im Anschluss an die 400jährige Feier der Entdeckung Amerikas erfolgte, zum Theil an dem Nimbus, den die in überraschend kurzer Zeit aus der Prairie herangewachsene Riesenstadt Chicago um sich zieht, zum nicht geringen Theile aber auch an dem wahrhaft grossartigen, echt amerikanischen Styl, in welchem die Ausstellung in Szene gesetzt wurde. Für das deutsche Reich kam es darauf an, in diesem Wettstreite der Völker nicht zurückzubleiben, und gegenüber dem zweifelhaften Erfolge auf der ersten amerikanischen Weltausstellung in Philadelphia im Jahre 1876 den Umfang und die Fortschritte der deutschen Industrie in möglichst vollständiger und glänzender Weise zu zeigen. Dank vor Allem der weitsichtigen Initiative Seiner Majestät des Kaisers, dank ferner den grossen Aufwendungen aus Reichsmitteln und der umsichtigen Thätigkeit des Herrn Reichskommissars Geheimen Regierungsrath Wermuth ist es gelungen, durch die hingebende Fürsorge der zahlreichen Fachausschüsse eine wohlvorbereitete deutsche Ausstellung in Chicago vorzuführen, welche unbestritten nach Umfang und Inhalt als die erste unter den Ausstellungen der Völker dastand. Die Entsendung zahlreicher, durch das Reich und die Bundesstaaten, durch Gemeinden, durch wissenschaftliche und technische Institute und Vereinigungen ausgewählter Sachverständigen sollte ferner dazu beitragen, die Erfolge des jetzigen Standes der deutschen Industrie für die Zukunft möglichst noch zu erhöhen. In der That werden die Wahrnehmungen dieser Herren geeignet sein, die deutsche Industrie darauf aufmerksam zu machen, was ihr noch fehlt, nach welcher Richtung sie sich zu vervollkommnen hat und was sie von den Leistungen der anderen Völker lernen kann. Die Verfasser, welche als Mitglieder des internationalen Preisgerichts Gelegenheit hatten, die Ausstellung auf dem Gebiete der Präzisionstechnik und Feinoptik eingehend kennen zu lernen, werden versuchen, ihre Wahrnehmungen auf diesem Gebiete den deutschen Fachkreisen zu vermitteln.[1]) Wir werden demgemäss im Folgenden in einem ersten Theile die Betheiligung der deutschen Technik besprechen, in einem zweiten Theile die Leistungen der anderen Nationen behandeln, und in einem dritten die Wahrnehmungen niederlegen, welche wir für diese wichtige deutsche Kunstindustrie von Vortheil halten.

I.

Die deutsche Präzisionstechnik und Feinoptik.

In erster Linie ist hier die diesem Gegenstande besonders gewidmete Sammelausstellung der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik zu erwähnen. Diese seit 1879 bestehende Gesellschaft, deren Hauptaufgabe die wissenschaftliche Pflege der Präzisionstechnik im engen Anschluss an die theoretische Forschung ist, hat an der

[1]) Die Berichterstatter hatten ursprünglich die Absicht, in einer Monographie über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Ausstellung zu Chicago den gegenwärtigen Stand der Instrumentenkunde niederzulegen, in derselben Weise, wie es Loewenherz für die Berliner Gewerbeausstellung von 1879 gethan hat. Wir sind hiervon zurückgekommen, weil trotz der Fülle des Gebotenen das Bild doch zu viele Lücken gehabt hätte. Die Berichterstatter hoffen, dass die bevorstehende Ausstellung von 1896 ihnen Gelegenheit geben wird, ihre Absicht wenigstens für die deutsche Mechanik und Optik auszuführen.

jetzigen führenden Stellung der deutschen Mechanik und Optik einen nicht unwesentlichen Antheil und ihr ist es hauptsächlich zu danken, dass eine einheitlich geleitete Sammelausstellung auf unserem Gebiete zu Stande gekommen war. Diese Sammelausstellung machte, wie gleich hier bemerkt werden mag, mit ihrer planmässig vorbereiteteten einheitlichen Anordnung und mit ihrem einfachen und würdigen, dem Ernste der Ausstellungsgegenstände entsprechenden Aeussern, auf die besuchenden Fachleute einen vorzüglichen Eindruck; ihr Verständniss wurde dem Besucher vermittelt durch einen von der genannten Gesellschaft angestellten, technisch und kaufmännisch gebildeten rührigen Vertreter, sowie durch einen in englischer Sprache gedruckten, 182 Seiten umfassenden und mit zahlreichen Figuren versehenen Sonderkatalog. Gehen wir nun auf den Inhalt der Sammelausstellung etwas näher ein:

Wenn wir mit dem Gebiete der Astronomie und Geodäsie beginnen, so geschieht es deshalb, weil der Ursprung alles genauen Messens, und in Folge dessen die Ausbildung und Vervollkommnung der Präzisionstechnik der astronomischen und geodätischen Wissenschaft zu verdanken ist. Trotz der grossen Bedeutung der deutschen Industrie auf diesem Gebiete waren deutsche astronomische und geodätische Instrumente nur wenig vertreten; es darf dies nicht Wunder nehmen, da erstens grosse Instrumente dieser Art, wenigstens bei uns in Deutschland, nicht auf Vorrath gearbeitet werden und zweitens der weite Transport die Instrumente gefährdet. Die bekannte Firma Jacob Merz in München hatte zwei ihrer transportablen Refraktoren von 5 bezw. 6 *Zoll* Oeffnung ausgestellt. Dieselben konnten zwar neben den grossen auf der Ausstellung befindlichen amerikanischen Refraktoren, dem neuesten Riesenfernrohr von 40 *Zoll* Oeffnung und einigen anderen von 12 und 9 *Zoll* Oeffnung nicht äusserlich imponirend wirken, aber der Fachmann musste sich der grossen Verdienste erinnern, welche diese und andere deutsche Firmen für die Konstruktion der Refraktoren gehabt haben und die für die amerikanischen Konstrukteure vorbildlich gewesen sind; von diesem Gesichtspunkte aus fanden auch die von derselben Firma ausgestellten astronomischen Objektive (11, $9^1/_2$, 7, 6 und 5 *Zoll* Oeffnung) entsprechende Würdigung. Immerhin konnte man sich der Ueberzeugung nicht verschliessen, dass, angesichts der grossen Mittel, die Amerika auf den Bau grosser Fernrohre verwendet, Deutschland nicht unthätig verharren darf; wollen wir uns, namentlich auf astrophysikalischem Gebiete, von der amerikanischen Forschung nicht überflügeln lassen, so darf für uns auf die Dauer der leidige Geldpunkt nicht der allein maassgebende bleiben. — Mit astronomischen Objektiven und Okularen war auch die Firma C. A. Steinheil Söhne in München vertreten; unter ihnen erregte besonders das Objektiv Interesse, das Dr. A. Steinheil für astro-photographische Zwecke, und zwar für photographische Himmelsaufnahme konstruirt hat und das von einer Reihe von Sternwarten verwendet wird. — Von geodätischen Instrumenten hatte L. Tesdorpf in Stuttgart eine reiche Auswahl seiner vorzüglichen Erzeugnisse ausgestellt, Theodolite aller Art für Präzisionsmessungen und topographische Arbeiten, Reisetheodolite, Grubeninstrumente, Nivellirinstrumente für Präzisionszwecke und für Handnivellement, Apparate für forstliche Vermessungen, Auftrageapparate und dergleichen. Das Interesse, namentlich der amerikanischen Besucher, erregte die von Tesdorpf ausgestellte neueste Form des Wagner'schen Tachygraphometers, bei welchem mittels der durch das distanzmessende Fernrohr ermittelten schiefen Entfernung und eines Projektionsapparates direkt die horizontale Entfernung und die Meereshöhe am Instrument abgelesen werden kann. — A. Ott in Kempten hatte gleichfalls ein Tachymeter vorgeführt, den logarithmischen Tachymeter-Theodolit von A. Tichy, der nicht mindere Beachtung fand. Bei diesem Instrumente wird die Entfernung mit Hilfe einer logarithmisch getheilten Latte und mittels eines dieser Theilung angepassten, nach Art eines Keils konstruirten Fadennetzes ermittelt, wonach der Konstrukteur dieser Einrichtung den Namen „optischer Messkeil" gegeben hat; zu dem Instrument gehört ein eigenartig konstruirter Auftrageapparat zur Kartirung der Messungsergebnisse. Neben diesem Instrument zeigte die Ausstellung von Ott eine Reihe

von Pantographen und Planimetern, sowie mehrere Modelle der von der Firma eingeführten Strommesser zur Ermittlung der Strömung von Flüssen; jedes Exemplar der letzteren Apparate wird in der geodätischen Versuchsstation in München von Herrn Professor M. Schmidt einer Prüfung unterzogen. — G. Butenschön in Hamburg hatte eine ganze Sammlung seiner Hand-Nivellirinstrumente ausgestellt; dieser strebsame junge Mechaniker hat der von ihm angegebenen Form eines Freiband-Nivellirapparates, bei welchem die Blase der Libelle im Gesichtsfelde des Fernrohrs sichtbar ist, die mannigfaltigsten Formen, mit und ohne Horizontalkreis, Höhenbogen und Bussole, sowie mit Einrichtung zum Abstecken rechter Winkel gegeben; die Apparate fanden vielen Beifall. — Hier mögen die Libellen für feine Messzwecke Erwähnung finden, mit welchen Deutschland fast die ganze Welt versorgt. Der hervorragendste Vertreter auf diesem Gebiete hatte zwar leider nicht ausgestellt, aber die Libellen von A. Pessler in Freiberg i. S., welcher eine Reihe seiner Erzeugnisse vorgeführt hatte, erfreuen sich gleichfalls eines guten Rufes und sind unter Anderen auch in der amerikanischen Messpraxis eingeführt. — Von der nicht unbedeutenden Anzahl deutscher Verfertiger von astronomischen Uhren und Chronometern hatte nur Cl. Riefler in München ausgestellt, welcher eine epochemachende Neuerung aufweisen konnte. Dieselbe besteht erstens in einer neuen Konstruktion des Quecksilber-Kompensationspendels; das Quecksilber wird von dem Pendelrohr (Mannesmann-Rohr) selbst aufgenommen und füllt dasselbe in einem für die Temperaturaufnahme günstigen Verhältniss bis zu $^2/_3$ seiner Länge an; während bei den bisher gebräuchlichen Pendeln dieser Art die Korrektur durch Veränderung der Höhe der Quecksilbersäule bewirkt wurde, indem so lange Quecksilber zu- oder ausgegossen wurde, bis die Kompensation erreicht war, wird dieselbe bei dem Riefler'schen Pendel durch Aenderung des Pendelgewichtes herbeigeführt und die Höhe der Quecksilbersäule bleibt stets ungeändert; sodann verwendet Riefler ein neues Echappement mit vollkommen freier Unruhe oder Pendel. Die Riefler'schen Pendeluhren haben sich in mehrjähriger Erprobung bereits bewährt und die von der Münchener Sternwarte ermittelten und mit ausgestellten Gangtabellen, — tägliche Gangveränderungen von wenigen Hundertel-Sekunden, — erregten das lebhafte Interesse der Fachleute; ausgestellt war ferner auch eine Thurmuhr mit den Riefler'schen Einrichtungen, die sich gleichfalls praktisch sehr gut bewährt hatte.

Wir wenden uns jetzt zu den hochbedeutenden Leistungen der deutschen Feintechnik, welche die Sammelausstellung auf optischem Gebiete zeigte. Als eine sehr wesentliche Unterstützung der deutschen Interessen auf dem Wettstreite der Völker in Chicago muss es bezeichnet werden, dass als Aussteller diejenigen Firmen vertreten waren, welche auf dem Gebiete der Optik in neuerer Zeit bahnbrechend vorgegangen sind, die Firma Carl Zeiss und Schott & Genossen, beide in Jena. Bis zum Jahre 1886 war die gesammte optische Industrie in Deutschland, nachdem die von Fraunhofer in München seinerzeit begründete Glasschmelze wieder eingegangen war, hinsichtlich des Rohmaterials für alle Arten von Erzeugnissen auf zwei ausländische Produktionsstellen, in Paris und Birmingham, angewiesen und dabei zugleich beschränkt auf wenige Typen von Kron- und Flintglas. Mit der Eröffnung der von Professor Abbe und Dr. Schott ins Leben gerufenen Jenaer Glaswerke im Jahre 1886 kam die deutsche Optik im Punkte des Rohmaterials und zwar für alle ihre Erzeugnisse von den Mikroskoplinsen bis zu grossen Fernrohr-Objektiven auf eigene Füsse. Die wissenschaftlichen Studien über die Abhängigkeit der optischen Eigenschaften des Glases von seiner chemischen Zusammensetzung, welche der Ausgangspunkt der Glasfabrikation in Jena waren, haben aber zugleich die Zahl der für die praktische Optik verwendbaren Glasarten ausserordentlich vergrössert und den Optikern eine Reihe von neuen Typen zur Verfügung gestellt, welche im Brechungsvermögen oder in der Farbenzerstreuung von den früheren Arten des Kron- und Flintglases zum Theil sehr erheblich abweichen. Hierdurch und im engen Anschluss an die früheren Arbeiten Abbe's auf dem Gebiete der Theorie der optischen Instrumente



sind auf einigen Gebieten der praktischen Optik erhebliche Fortschritte möglich geworden, welche naturgemäss zuerst in Deutschland sich vollzogen haben; besonders gilt dies für die photographischen Objektive und für das Mikroskop. Betreffs der photographischen Linsen sind diese Erfolge hauptsächlich darauf gegründet, dass jetzt grösstentheils durch die neuen Barytgläser des Jenaer Glaswerkes achromatische Doppellinsen möglich sind, in welchen nach Belieben entweder der positive oder der negative Bestandtheil die höhere Brechung besitzt. Für das Mikroskop ist mit Hilfe der neuen Phosphat- und Boratgläser eine wesentlich verbesserte Korrektion der Mikroskop-Objektive hinsichtlich der chromatischen und sphärischen Abweichungen und damit eine Steigerung der nutzbaren Okularvergrösserung im Mikroskop erreicht worden. — Nach diesen kurzen, für das Verständniss der gegenwärtigen hohen Stellung der deutschen Optik und ihrer Bedeutung auf der Ausstellung nothwendigen Bemerkungen, gehen wir zu den einzelnen Ausstellungsgegenständen über. Die von den Jenaer Glaswerken, Schott & Genossen, ausgestellten Gläser begegneten dem grössten Interesse der Fachleute; es waren ausgestellt: Objektivscheiben für Fernrohre, polirte Platten optischen Glases (Krongläser, schweres und schwerstes Baryt-Kron mit hoher Brechung, Kronglas mit niedriger Farbenzerstreuung, kieselsäurefreie Phosphat- und Boratgläser, gewöhnliche Flintgläser), gepresste und feingekühlte Linsen für Zeiss'sche Anastigmate und andere photographische Objektive, Prismen für Totalreflexion; ferner, wovon später noch die Rede sein wird, Jenaer Normalglas für Thermometer, Verbundröhren, Verbrennungs- und Einschmelzröhren. — Die Firma Carl Zeiss in Jena hatte eine geschlossene Sammlung ihrer vortrefflichen Apparate, in drei Abtheilungen geordnet, vorgeführt; die erste Abtheilung zeigte die Leistungen der Firma auf mikroskopischem Gebiete, Sammlungen apochromatischer und achromatischer Objektive, Kompensationsokulare, Apparate zur Untersuchung von Objektiven, Projektionsapparate, mikrophotographische Apparate, Mikroskope aller Art für biologische, krystallographische, petrographische Zwecke und dergleichen mehr; in der zweiten Abtheilung waren die photographischen Linsen, die berühmten Zeiss'schen Anastigmate, vertreten; die dritte Abtheilung endlich zeigte, in welcher Weise die Firma ihre Leistungen auf optischem Gebiete für physikalische und technische Zwecke nutzbar macht; es waren hier vertreten: Spektrometer, Refraktometer für wissenschaftliche und technische Zwecke (Butteruntersuchung), Krystallrefraktometer, Kontaktmikrometer, Sphärometer, Komparator, Fokometer, Dilatometer und andere mehr, sämmtlich nach Angaben von Professor Abbe konstruirt. — Auf dem Gebiete der photographischen Objektive hatten nicht minder die Firmen C. A. Steinheil Söhne in München, Voigtländer & Sohn in Braunschweig und Schulze & Bartels in Rathenow hervorragende Leistungen aufzuweisen; die erstere bedeutsame Firma hatte ihre bekannten Antiplanate vorgeführt, ferner ihre neueren Apparate für Telephotographie und für Momentaufnahmen; die in der optischen Industrie Deutschlands rühmlichst bekannte Firma Voigtländer & Sohn hatte eine Reihe von Euryskopen und Anastigmaten ausgestellt, ferner auf weiterem optischem Gebiete eine Sammlung ihrer terrestrischen Fernrohre und Binokulare für Armee und Marinezwecke; Schulze & Bartels zeigten das bekannte Teleobjektiv von Dr. Miethe neben einer Sammlung von Fernrohren und optischen Gläsern aller Art. — Auf dem Gebiete der Mikroskopie erregte die Ausstellung von Voigt & Hochgesang in Göttingen, welche Firma neben einer Sammlung mineralogischer Dünnschliffe Klein'sche Mikroskope für mineralogische und petrographische Forschung, sowie Lehmann's Krystallisations-Mikroskop nebst Zubehör vorgeführt hatte, verdiente Beachtung. Erwähnt sei hier auch die Ausstellung von Mikroskopen der alten Berliner Firma F. W. Schieck mit Mikroskopen für Trichinenuntersuchung, für entomologische und andere Zwecke. — (Forts. folgt.)

Schulordnung der Grossherzogl. Sächs. Fachschule und Lehrwerkstatt für Glasinstrumentenmacher in Ilmenau.

1. Zweck der Schule.

Die Schule hat die Aufgabe, junge Leute, welche sich der Glasinstrumentenindustrie widmen wollen oder in ihr bereits thätig waren, praktisch und theoretisch auszubilden, um in Verbindung mit der Grossherzogl. Prüfungsanstalt für Glasinstrumente auf die Förderung der Instrumentenindustrie Thüringens thunlichst hinzuwirken.

2. Art der Ausbildung.

Der praktische Unterricht umfasst folgende Arbeitsgebiete:

a) das Glasblasen: Verarbeiten des Glases an der Gebläselampe,
b) das Schleifen: Die Herstellung von Glasschliffen an Instrumenten,
c) das Justiren und Abwiegen: Verprüfung der Instrumente und Berechnen der Eintheilungen,
d) das Theilen und Schreiben: Herstellung und Bezifferung u. s. w. der Eintheilungen an Instrumenten,
e) das Fertigmachen: Zusammenfügen von Einzeltheilen zu fertigen Instrumenten,
f) die Herstellung der zu vielen Glasinstrumenten nöthigen Metall- und Holztheile.

Zum praktischen Unterricht tritt das Zeichnen. In der Hauptsache wird konstruktives Zeichnen, daneben aber auch Freihandzeichnen geübt.

Der theoretische Unterricht umfasst diejenigen Theile der Physik und Chemie, welche dem Fertiger von Glasinstrumenten erforderlich sind. An den Unterricht in der Physik reiht sich der mathematische Unterricht an, welcher die Kenntniss einfacher Körperberechnungen und sonst aller solchen Berechnungen erstrebt, welche bei der Konstruktion der Instrumente nicht zu umgehen sind.

Ausserdem werden nach Bedürfniss in einigen Wochenstunden die Schüler im Gebrauch der deutschen Sprache, im Rechtschreiben und nach Befinden in anderen, an den Volksschulunterricht sich anschliessenden Fächern unterwiesen werden.

3. Vertheilung des Unterrichtsstoffes.

Während an dem theoretischen Unterrichte alle Schüler theilzunehmen haben, wird die praktische Unterweisung in den unter 2a bis f aufgeführten Arbeitsgebieten nur in den Anfangsgründen allen Schülern im ersten Lehrjahre zu Theil. In dem Haupttheile der Lehrzeit werden die Schüler in zwei Arbeitsgruppen getheilt, von denen die erste A: das Glasblasen und Schleifen (a u. b), die zweite B: die unter c bis f aufgeführten Arbeitsgebiete umfassen soll.

Der gemeinschaftliche Anfangsunterricht soll dazu dienen, allen Schülern die Grundbegriffe der Glasinstrumententechnik zu lehren und die Befähigung eines jeden Schülers für eine der beiden Arbeitsgruppen zu prüfen.

4. Von den Schülern.

Zur Aufnahme in die Schule ist wenigstens die Absolvirung einer Volks- oder Bürgerschule und der Nachweis guter sittlicher Führung auf derselben erforderlich. Ist der zur Aufnahme Angemeldete länger als 1 Jahr praktisch thätig gewesen, so hat er sich einer besonderen Zulassungsprüfung zu unterziehen.

Ueber die Aufnahme eines Schülers entscheidet je nach Sachlage der Direktor; bei einer Ueberzahl von Anmeldungen ist den Bewerbern aus Thüringen der Vorzug zu geben.

Die Lehrzeit währt im Allgemeinen 3 Jahre; sie kann auf besonderen Wunsch auch verlängert werden. Haben Schüler länger als 1 Jahr in einer besseren Fabrik oder Werkstatt mit Erfolg gearbeitet, so kann die Lehrzeit entsprechend verkürzt werden.

Dasselbe kann bei besonderer Befähigung eines Schülers eintreten; doch soll im Allgemeinen stets der Grundsatz gelten, dass nur gut ausgebildete Schüler die Fachschule verlassen.

Das Schulgeld beträgt für Angehörige des Grossherzogthums Sachsen 50 M., für Angehörige anderer deutscher Bundesstaaten 100 M. auf das Jahr und ist in vierteljährlichen Raten im Voraus zu entrichten. Befähigten, mittellosen Schülern kann bei tüchtigen Leistungen das Schulgeld nach wenigstens halbjährigem Besuche und nach eingeholter Genehmigung des Grossherzogl. Staatsministeriums theilweise oder ganz erlassen werden.

Am Schlusse eines jeden Lehrjahres, das immer anfangs April beginnt, werden den Schülern Zeugnisse über ihre Leistungen und am Ende der gesammten Lehrzeit Abgangszeugnisse über Verlauf und Erfolg der ganzen Lehrzeit ausgefertigt.

Für Papier, Schreib- und Zeichenmaterialien, ebenso für das nöthige Zeichengeräth hat der Schüler zu sorgen; alle übrigen Werkzeuge und Arbeitsmaterialien liefert die Schule.

Die Zulassung von Schülern ausserhalb des Lehrlingsverhältnisses bleibt der Genehmigung des Direktors ebenso vorbehalten wie die Bedingungen, unter denen die Zulassung erfolgt.

5. Von der Verwaltung der Schule und von den Lehrern.

Die Schule ist eine Staatsanstalt und steht unter Aufsicht des Grossherzoglichen Staatsministeriums, Departements des Innern. Die Kosten derselben werden bestritten aus den Schulgeldern, den Zuschüssen der Grossherzogl. Staatsregierung und sonstigen Zuwendungen.

Die Schule wird von dem Direktor der Grossherzogl. Prüfungsanstalt für Glasinstrumente geleitet. Den Unterricht in den unter 2a bis f aufgeführten Arbeitsgebieten und den Zeichenunterricht ertheilen besondere fachmässig ausgebildete Lehrer, akademisch und seminaristisch vorgebildete Lehrer den theoretischen Unterricht. Alle Lehrer haben die sittliche Pflege der Schüler aufs Eifrigste zu fördern.

Ein Ehrenkuratorium von Gelehrten und Fabrikanten wird auf Einladung des Grossherzogl. Staatsministeriums alljährlich zusammentreten, um in Angelegenheiten der Schule der Grossherzogl. Regierung berathend zur Seite zu stehen.

6. Weitere Bestimmungen.

Die Schüler stehen unter Schulzucht und haben sich eines sittlichen Lebenswandels zu befleissigen.

Die wochentägige Schulzeit währt im Sommer 10, im Winter 9 Stunden. Des Vormittags findet der theoretische Unterricht, der Unterricht im Zeichnen und die unter 2c und d aufgeführten praktischen Uebungen statt. Der Nachmittag ist dem Glasblasen und den übrigen praktischen Arbeiten zu widmen. Häusliche Arbeiten werden im Allgemeinen nicht verlangt, dagegen ist auf körperliche und seelische Ausbildung in der schulfreien Zeit hinzuwirken.

Die von den Lehrern und Schülern der Anstalt ausgeführten Arbeiten gehören der letzteren und werden in deren Interesse verwendet (entweder verkauft oder als Eigenthum der Schule aufbewahrt). Der etwaige Verkauf der Instrumente kann nur an Fabrikanten erfolgen, unter denen die Thüringer zu bevorzugen sind. Die Verkaufspreise werden von dem Direktor der Schule festgesetzt und sind möglichst unverändert beizubehalten.

Referate.

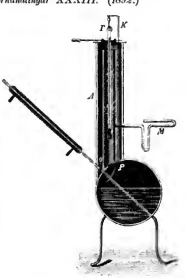
Rollender Koordinatograph.

Von F. G. Stucki. *Zeitschr. für Vermessungswesen.* **22.** *S. 369 (1893).* Vgl. auch *Zeitschr. für Verm.* **16.** *S. 538 (1881).*

Das a. a. Ort beschriebene und abgebildete Instrument ist eine Konstruktion von G. Coradi in Zürich, dem unermüdlichen Planimeterverbesserer, für den Dienst der Niederländischen Katasterverwaltung in den Kolonien. Es ruht auf zwei geriffelten Laufrollen von der Art, wie sie von den Rollplanimetern bekannt sind, und einer weiteren Laufwalze; die Bewegung kann durch eine Klemmschraube gehemmt werden. Die Einstellung des Punktirstifts auf die abzutragenden Abszissen und Ordinaten geschieht mit Hilfe zweier, auf einem Theil ihres Umfangs ebenfalls fein geriffelter Messräder. Es ist also hier das Prinzip des Messrades auf feine Messungen auf dem Zeichentisch angewandt. Das Instrument hat den Vortheil, dass es keiner festen Aufstellung bedarf; der Preis ist 500 bis 600 Frs. *Hammer.*

Apparat zur Bestimmung des Siedepunktes an Thermometern.

Von G. Melander. *Finska Vet. Soc. Förhandlingar XXXIII. (1892.)*



Der Verfasser hat den Chappuis'schen Apparat zu vereinfachen gesucht, ohne dessen Vorzüge zu verlieren. Seine Konstruktion gestattet, das Thermometer in vertikaler und in horizontaler Lage zu untersuchen; dies wird dadurch erreicht, dass das Siedegefäss eine drehbare zylindrische Trommel ist, die in zwei um 90° gegen einander verschiedenen Stellungen durch einen Anschlag festgehalten wird. Der Wasserdampf steigt um die, das Verspritzen von Wassertheilchen verhindernde Platte *P* herum in die innere Röhre des Aufsatzes *A*, die das Thermometer *T* beherbergt. Der Weg des Dampfes führt dann in dem äusseren zylindrischen Mantel von *A* wieder abwärts, und dann durch die beiden Oeffnungen *O* in den Kühler. Um zu verhüten, dass zurückfliessendes Wasser aus dem Kühler diese Oeffnungen verstopft, ist der Rand derselben nach innen aufgebogen. Das Wassermanometer *M* gestattet in beiden Lagen den Ueberdruck des Dampfes zu bestimmen. *Fm.*

Einfaches Mittel, ein genaues und leicht zu transportirendes Barometer herzustellen.

Von G. Guglielmo. (*Atti d. R. Acc. d. Lincei. Rndct. 1890. II. Sem. 125*).

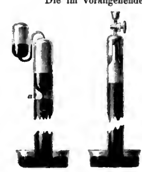
Zur Vermeidung der bekannten Schwierigkeiten, ein vollkommen luftfreies Barometer herzustellen, bringt der Verfasser in geeigneter Entfernung vom oberen Ende der Barometerröhre einen durchbohrten Glashahn an. Während dieser geöffnet ist, füllt man das gut gereinigte Barometerrohr mit dem etwas erwärmten Quecksilber, verschliesst das Rohr mit dem Finger und stülpt es unter Quecksilber um; nun neigt man das Rohr, bis das Quecksilber durch die Oeffnung des Hahnes in den über diesem vorhandenen Raum tritt, schliesst den Hahn und richtet das Rohr wieder auf. Die etwa noch am Glase haftende Luft sowie der von diesem freizugebende Wasserdampf breiten sich in der nun

entstandenen Terricelli'schen Leere aus und können nach einiger Zeit durch erneutes Neigen des Barometerrohres und Oeffnen des Hahnes in den oberen Abschnitt des Rohres hinübergedrängt werden. Die über dem Quecksilber im Haupttheil des Rohres erzeugte Luftleere ist so vollkommen wie in den besten Barometern. Dies zeigte einerseits ein Vergleich mit einem sehr guten Barometer gewöhnlicher Herrichtung und andererseits der Umstand, dass unter dem Einfluss elektrischer Ladungen die nach der beschriebenen Weise erhaltenen Barometer leicht die Erscheinungen der Phosphoreszenz des Glases zeigen. Man ist so in der Lage, ein sehr bequemes, tragbares Barometer von grosser Genauigkeit zu besitzen, welches leicht zusammengestellt ist. *F.*

Beschreibung einiger neuen Formen von Quecksilberbarometern.

Von G. Guglielmo. (*Atti de R. Acc. d. Lincei. Rndct. 1893. I. Sem. S. 474.*)

Die im vorangehenden Referat beschriebene Art der Herrichtung von Quecksilberbarometern bietet insofern gelegentlich gewisse Unzuträglichkeiten, als es nöthig ist, den das Vakuum abschliessenden Glashahn einzufetten. Um dies zu vermeiden, kann man den Glashahn durch eine geeignete mit Quecksilber gefüllte Kapillare ersetzen. Zwei Vorrichtungen, wie sie nach dieser Richtung vom Verfasser vorgeschlagen werden, sind durch die nebenstehenden, ohne Weiteres verständlichen Zeichnungen erläutert. Eine zweite Verbesserung an seiner Barometervorrichtung hat der Verfasser dadurch vorgenommen, dass er an passender Stelle im Rohr die Bunten'sche Einrichtung anbrachte, um die beim Neigen der Barometerröhre vom Quecksilber etwa mitgerissene und beim Aufrichten wieder freigegebene Luft abzufangen. *F.*



Ein Normal für das Volt.

Von H. S. Carhart. *American Journ. of Science III. 46. S. 60. (1893).*

Die elektromotorische Kraft von galvanischen Elementen, bei denen Zink und eines seiner Salze zur Verwendung kommen, variirt innerhalb einiger Prozente mit der Dichtigkeit der Salzlösung. Es lässt sich in dieser Weise für das zuerst von H. v. Helmholtz untersuchte Kalomelelement—Zink, Zinkchlorid, Kalomel Quecksilber — die elektromotorische Kraft genau auf 1 *Volt* bringen und zwar bei einer Dichte der Zinkchloridlösung von 1,391 bei 15°, wenn man die *E. M. K.* des Clarkelements bei derselben Temperatur gleich 1,434 internationale *Volt*[1]) annimmt. Das Element wird in der nämlichen Weise hergestellt wie die von dem Verfasser vorgeschlagene Modifikation des Clark'schen Normalelements. (Zink in bei 0° gesättigter Zinkvitriollösung, Quecksilberoxydulsulfat, Quecksilber). Den Boden eines kleinen zylindrischen Glasgefässes bedeckt das Quecksilber, in das als Zuleitung ein Platindraht taucht; darüber ist die Paste aus Kalomel und Zinkchloridlösung geschichtet. Ein Korkdiaphragma hält das Quecksilber und die Paste fest in ihrer Lage und macht so das Element transportfähig; über dem Diaphragma befindet sich die Zinkchloridlösung und als negativer Pol der von einer zweiten Korkscheibe getragene amalgamirte Zinkstab. Zum Abdichten giesst man das Element in der gewöhnlichen Weise mit einer Harzschicht zu.

Der Temperaturkoeffizient ist etwa nur den neunten Theil so gross wie der des gewöhnlichen Clark-Elements, nämlich 0,00009 und zwar ist er *positiv*, das heisst, die *E. M. K.* des Elements wächst mit steigender Temperatur. *Lck.*

---

[1]) Auf dem im August 1893 in Chicago abgehaltenen Elektrikerkongress wurde vorgeschlagen, das neue *Ohm* (106,3 *cm / mm² Hg* 0°), *Volt* u. s. w. von den auf den Pariser Kongressen festgesetzten „legalen" Einheiten als „internationales" *Ohm* u. s. w. zu unterscheiden.

Ueber die Thermometer zur Messung tiefer Temperaturen.

Von P. Chappuis. 1) *Arch. de Gen. III. 28. S. 293. (1892). Physikalische Revue 2. S. 672. (1892).* 2) *Bureau international des Poids et Mesures. Paris. Gauthiers-Villars et fils. 1893. 16 S.*

Während die neueren Fortschritte der Industrie leicht tiefe Temperaturen zu erreichen gestatten, haben die Instrumente zur Messung dieser Temperaturen keine Fortschritte gemacht.

Das einzig genaue Wasserstoffthermometer kann nur bei rein wissenschaftlichen Untersuchungen angewandt werden. In der Praxis verwendet man gewöhnlich Alkoholthermometer; aber die von den Fabrikanten gelieferten Instrumente zeigen unter sich Unterschiede bis zu etwa 6°, so dass man den Angaben der Alkoholthermometer berechtigtes Misstrauen entgegenbringen muss. Das physikalische Zentralobservatorium in St. Petersburg hat als meteorologische Zentralstelle für die kältesten Gebiete der Erde unter diesem Uebelstande besonders zu leiden; auf seine Anregung hin hat das *Bureau international des Poids et Mesures* den Verfasser mit einer vollständigen Untersuchung des Alkoholthermometers beauftragt.

Als Hauptfehlerquellen ergaben sich bei dem Alkoholthermometer die folgenden.

1. Die Adhäsion der Flüssigkeit an den Wänden der Kapillarröhre, wodurch ein Hängenbleiben der Flüssigkeit bei sinkender Temperatur hervorgerufen wird. Um diesen Uebelstand, welcher bei allen, das Glas benetzenden Flüssigkeiten auftritt, zu vermeiden, muss man sehr langsam zu tieferen Temperaturen übergehen.

2. Die Wahl der Grösse eines Grades. Da die Ausdehnung des Alkohols bei steigender Temperatur beträchtlich zunimmt, so sollten eigentlich die Gradlängen nach oben hin länger werden. Anstatt dessen wird im Allgemeinen äquidistant getheilt und zwar nach Maassgabe irgendwelchen Intervalls z. B. zwischen 0° und 30°. Daraus entspringen für die extremen Temperaturgebiete systematische Fehler, welche beispielsweise bei — 70° bis zu mehr als 7° ansteigen können. Immerhin müssten aber die Alkoholthermometer unter sich einigermaassen übereinstimmen; dass dieses nicht der Fall ist, hat seinen Grund in der mangelnden Uebereinkunft bezüglich der Fundamentalpunkte und folglich des Gradwerthes.

3. Einfluss der Unreinheit des Alkohols. Die gewöhnliche Beimischung besteht in wechselnden Mengen von Wasser, wodurch der Ausdehnungskoëffizient merklich beeinflusst wird.

Aus dem Vorstehenden ergiebt sich, dass bei der Wahl eines Ersatzmittels besonders auf grosse Fluidität und hohen Siedepunkt gesehen werden muss, letzteres deshalb, um die gewöhnlichen Fundamentalpunkte des Celsiusthermometers benutzen zu können. Es wurde deshalb das bei etwa 110° siedende Toluol gewählt, welches zudem leicht dargestellt und in reinem Zustande aufbewahrt werden kann. Die Versuche erstreckten sich auf 7 Alkohol- und 8 Toluolthermometer, von denen einige absichtlich mit nicht ganz reinen Präparaten gefüllt wurden.

Die Abweichungen zwischen den Angaben der Toluolthermometer gingen nur in einem Falle über $^4/_{100}$ Grad hinaus, und dieses nur bei einem Thermometer, dessen Toluol nicht ganz rein war. — Der mittlere Gang des Toluolthermometers wird dargestellt durch den Ausdruck:

$$0{,}873109\ T + 9{,}704929 \times 10^{-4}\, T^2 + 2{,}81924 \times 10^{-6}\, T^3,$$

wobei T die vom Wasserstoffthermometer angegebene Temperatur bedeutet. Hiernach steht das Toluol-Thermometer bei — 10° auf — 8,54°; bei — 20° auf — 16,90°; bei — 30° auf — 25,10°; bei — 50° auf — 41,08°; bei — 70° auf — 56,63°.

Die mittleren Stände weichen beim Alkohol nicht so stark vom Luftthermometer ab, sondern nur um etwa 7° bei — 70°; aber die Uebereinstimmung unter einander ist viel weniger gut; selbst bei verschiedenen Präparaten, die als chemisch rein bezeichnet waren, belief sich der Unterschied bei — 70° auf 1°.

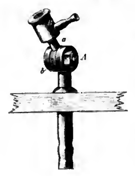
Das Alkoholthermometer ist deshalb als ein ziemlich unsicheres Instrument zu betrachten, und das Toluolthermometer verdient demselben vorgezogen zu werden. Jedoch wäre eine Flüssigkeit mit höherem Siedepunkt noch vortheilhafter. Verfasser schlägt hierfür das Aethylbenzol vor, welches bei 135° siedet.

„Was übrigens auch das Ergebniss dieser neuen Untersuchung sein würde, so zweifle ich nicht, dass die Physiker bald im Besitz von praktischen Instrumenten sein werden, welche die tiefen Temperaturen mit einer Genauigkeit von einigen Hundertsteln eines Grades zu messen gestatten, allerdings nur in dem noch sehr bescheidenen Intervall von 0° bis − 70°.“

Die oben zitirte zweite Mittheilung enthält neben einem kurzen Texte ausführliche Tabellen, um die Angaben des Toluolthermometers in Normaltemperaturen zu verwandeln und umgekehrt. *Spr.*

Minimalgasgebläse.

Von Hugo Schiff. *Chem.-Ztg.* **17.** *S. 1485. (1893).*

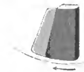


Das Bestreben, einen Gebläsebrenner zu konstruiren, der möglichst wenig Raum einnimmt, hat den Verfasser auf die beistehend abgebildete Form geführt, die aber den Nachtheil hat, dass man die Richtung der Flamme nicht beliebig abändern kann. In das durch die Platte des Gebläsetisches geführte Luftzuführungsrohr ist ein Hahn eingesetzt, dessen Zapfen eine Bohrung im Winkel von 120° trägt. Im Hahngehäuse A ist ein Stück b ausgespart, durch welches das Röhrchen a hindurchgeführt ist. Dieses ist in den einen Schenkel der Hahnbohrung eingeschraubt und trägt aussen die Kapsel B mit dem Stutzen für den Gaszufluss. Der ganze Ansatz dient gleichsam als Griff des Hahnes; durch seine Drehung wird die Luftzufuhr und damit die Flamme regulirt. *Fm.*

Ueber eine zweckmässige Einrichtung der Reibzeuge an Elektrisirmaschinen.

Von Prof. W. Holtz in Greifswald. *Zeitschr. f. phys. u. chem. Unterr.* **6.** *S 301. 1893.*

Die Uebelstände, welche mit der Anwendung von Fett zur Befestigung des Amalgams an den Reibzeugen der Elektrisirmaschinen verbunden sind, veranlassten Herrn Prof. Holtz, ein Tröpfchen Quecksilber auf sogenanntem unechten Silberpapier, dessen metallische Fläche im wesentlichen aus Zink besteht, zu verreiben und dies als Reibzeug zu benutzen. Die Befestigung kann auf zwei Wegen geschehen. 1. Man entfernt das bisherige Polster des Reibzeuges ganz und klebt dafür ein Stück eines möglichst dicken Tuches so auf die Fläche, dass es sie gerade bedeckt. Auf die Längskante, bei welcher die Scheibe einläuft, leimt man die umgebogene Kante eines Stücks sehr feinen Briefpapiers (Seidenpapiers), das oben und unten mit dem Kissen abschneidet, aber dort, wo die Scheibe ausläuft, ein gut Theil übersteht. Es ist vortheilhaft, wenn es nahe dem Scheibenrande weiter vorsteht, sodass seine Endkante radial gerichtet ist (vgl. Fig.). Dann klebt man auf dieselbe Längskante die umgebogene Kante eines Stückes Silberpapier, das auch oben und unten mit dem Kissen abschneidet, aber nur wenig breiter ist als dieses. 2. Man entfernt weder das Polster noch die Flügel aus Seide oder Wachstaffet, reinigt aber das erstere von dem alten Amalgam und befestigt das Silberpapier wie oben. Man amalgamirt am besten erst nach der Befestigung und nur einen zentimeterbreiten Längsstreifen, der nahe an der Einlaufskante liegt. — Von Zeit zu Zeit wischt man den Staub von der amalgamirten Fläche und verreibt aufs neue ein kubikmillimeter-grosses Tröpfchen darauf. *H. H.-M.*



Selbthätige Vorrichtung zum Filtriren und zum Auswaschen von Niederschlägen mit kaltem und heissem Wasser.

Von P. N. Raikow. *Chem.-Ztg. 17. S. 1565. (1893).*

An dem Stativ A ist, drehbar um die Axe O_1, der Arm b angebracht, der auf seiner rechten Seite eine Oeffnung zur Aufnahme des Trichters und eine Anzahl von Löchern zur Aufnahme des Gewichts q besitzt, auf seiner linken Seite aber in einer Rinne liegend das Probirrohr r trägt, in dem sich der Kolben p verschieben lässt. Das metallene Kügelchen s kann frei in dem Raum des Röhrchens rollen. Weiter oberhalb trägt das Stativ noch den festen Arm c, in dessen gabelförmigem Ende sich der Hebel d um den Zapfen O bewegt. Die rechte Seite dieses Hebels steht durch die Stange e und die beiden Zapfen O_2 und O_3 mit dem Hauptbebel b in beweglicher Verbindung. Der andere Arm des Hebels d trägt das Häkchen k, auf welchem die Ausflussspitze u ruht.

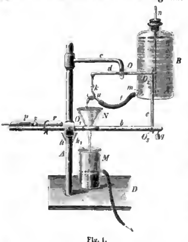


Fig. 1.

B ist eine Mariotte'sche Flasche, bei deren Zusammensetzung es zweckmässig ist, darauf zu achten, dass das untere Ende der Röhre n etwas unterhalb der oberen Kante der Ausflussröhre m liegt. Durch Versetzen des Gewichtes q und mehr oder weniger tiefes Einstossen des Stöpsels p kann der Apparat leicht so ausbalanzirt werden, dass der Hebel b sich senkt, wenn der Trichter mit Wasser bis zur bestimmten Höhe angefüllt ist, und dass er umschlägt, wenn das Wasser durch den Trichter ausgeflossen ist. Die beiden Stützen h und h_1 am Stativ verhindern, dass der Hebel sich zu tief nach dieser oder jener Seite senkt. Will man mit heissem Wasser waschen, so schaltet man zwischen die Mariotte'sche Flasche und den Ausfluss u anstatt des einfachen Schlauches t die leicht verständliche Einrichtung Fig. 2 ein, in welcher das Wasser im Sieden erhalten werden kann.

Fig. 2.

Fm.

Ueber den Einfluss der Temperatur des Quecksilberfadens bei gewissen Maximum-Thermometern und feuchten Psychrometer-Thermometern.

Von Ernst Leyst. *Repertorium für Meteorologie, Bd. XIV.*

Die gegenwärtig am meisten angewandten Quecksilber-Maximum-Thermometer nach Negretti & Zambra (z. B. auch diejenigen von R. Fuess in Steglitz-Berlin) beruhen darauf, dass in Folge einer Verengerung des Rohres in der Nähe der Kugel der ganze Quecksilberfaden liegen bleibt, wenn ein Sinken der Temperatur erfolgt. Wird nun die Ablesung zu einer kälteren Tageszeit vorgenommen, so verringert sich die Länge des liegen gebliebenen Quecksilberfadens ein wenig; es ist also eine positive Korrektion C anzuwenden, um zu derjenigen Angabe zu gelangen, welche das Thermometer zur Zeit des Maximums gemacht haben würde. Der Betrag dieser Korrektion ist in folgender, leicht abzuleitender Formel ausgedrückt:

$$C = 0{,}000161\,(n + t)\,(t - \tau).$$

Hierin bedeutet: 0,000161 den Ausdehnungskoeffizienten des Quecksilbers im Glase, t das Maximum der Temperatur, τ die Temperatur bei der Ablesung, n die Anzahl von Graden, um welche die Abtrennungsstelle vom Nullpunkt entfernt ist.

Bei denjenigen (Fuess'schen) Maximum-Thermometern, welche in Russland gebräuchlich sind, beträgt n ungefähr 41°; für diese hat Verfasser eine kleine Tabelle berechnet, aus welcher wir Folgendes mittheilen:

	$n+t$						
	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
$t-\tau = 10°$	0,05°	0,06°	0,08°	0,10°	0,11°	0,13°	0,14°
20°	0,10	0,13	0,16	0,19	0,23	0,26	0,29
30°		0,19	0,24	0,29	0,34	0,39	0,43

Mit besonders hohen Ständen des Thermometers hat der Meteorologe bei Beobachtung der Erdoberflächen-Temperaturen zu thun; so wurde z. B. am 3. August 1875 zu Nukuss $t = 64{,}8°$, bei $\tau = 22{,}0°$ beobachtet; hieraus berechnet sich

$$C = +\,0{,}72°.$$

Für die Lufttemperatur sind die vorkommenden Werthe viel geringer; in Pawlowsk z. B. hatte man am 27. Mai 1887: $t = 28{,}9°$ und $\tau = 14{,}0°$, woraus

$$C = 0{,}17°$$

sich ergiebt. —

Bei dem August'schen Psychrometer kühlt sich die Kugel des „feuchten" Thermometers durch Verdunstung um eine Anzahl von Graden ab, während der Faden der Lufttemperatur ausgesetzt bleibt; das feuchte Thermometer sollte also nach den für den „herausragenden Faden" aufgestellten Methoden (ähnlich wie bei dem Maximum-Thermometer) korrigirt werden; Verfasser kommt zu dem Ergebniss, dass diese Korrektion in nördlichen Gegenden vernachlässigt werden kann, in südlichen besonders trockenen Gegenden, sowie bei speziellen Untersuchungen dagegen berücksichtigt werden sollte.

Die zuerst besprochene Korrektion des Maximum-Thermometers ist jedoch nicht unwesentlich und kann zudem genau angegeben werden. *Spr.*

Ueber die Aufhebung des sekundären Spektrums durch Kompensationslinsen.

Von Dr. A. Kerber. *Centr. Z. f. Opt. u. Mech.* **14.** *S. 145. (1893).*

Wiederholt und zu den verschiedensten Zwecken ist mit der positiven Objektivlinse des Fernrohrs eine in beträchtlichem Abstande befindliche Zerstreuungslinse verbunden worden. Barlow und Rogers wollten durch sie die Flintglaslinse ersetzen, welche zur Achromatisirung des Objektivs nöthig ist und welche zu ihrer Zeit von der Glasschmelzkunst nicht in der erforderlichen Grösse und Reinheit beschafft werden konnte. Neben den werthvollen theoretischen Untersuchungen von Littrow und Stampfer waren es namentlich die praktischen Erfolge Plössl's in seinen „Dialyten", welche die Aufmerksamkeit des Publikums auf diese Konstruktion lenkten. Später, als von seiten der Glasschmelzkunst die genannte Schwierigkeit nicht mehr vorlag, war es namentlich die durch eine solche Negativlinse erreichbare Verkürzung des Rohres bei gegebener Brennweite, oder umgekehrt Vergrösserung der Brennweite ohne erhebliche Rohrverlängerung, welche die Anwendung einer solchen Linse rathsam erscheinen liess, namentlich für Handfernrohre und zur Sternphotographie ohne Okular. Man vergleiche die Aufsätze von H. Schröder und R. Steinheil in *dieser Zeitschrift* **6.** *S. 41. 1886* und **12.** *S. 374. 1892.* Der gleiche Gesichtspunkt war auch für die Konstruktion der sogenannten „Teleobjektive" maassgebend, welche jetzt von Photographen öfters angewandt werden, um sehr entfernte Objekte ohne allzulange Kamera in genügender Grösse aufzunehmen (vgl. *diese Zeitschrift* **12.** *S. 110. 1892*).

Von einem anderen Gesichtspunkt ausgehend betrachtet Kerber die Einführung einer solchen Zusatzlinse. Er will dieselbe benützen, um das sekundäre Spektrum aufzuheben, welches das eigentliche Objektiv besitzt. Verfasser formulirt die mathematischen Bedingungen für eine solche Kompensation und zeigt, dass dieselbe mit den

gegenwärtig verfügbaren Glasarten auf mehrere Arten möglich ist, ohne dass man dabei auf allzustarke Krümmungen geführt wird. Verfasser schliesst mit dem Bedauern, dass ihm keine Gelegenheit zur praktischen Erprobung seiner Konstruktionen offenstehe. *Cz.*

Ueber die Verwendung von Planflächen und Schneiden bei Pendeln für Schweremessungen.
Von F. C. Mendenhall. *American Journal of Sciences. III.* **45.** *S. 144. (1893).*

Die bei der theoretischen Behandlung des Pendels angenommene geradlinige Schwingungsaxe wird in der Praxis ziemlich allgemein durch eine im Pendel befestigte Schneide, die während der Pendelschwingungen auf ebener Pfanne aufliegt, dargestellt. Für diese Anordnung spricht die unveränderliche Lage der Schwingungsaxe in Bezug auf den Schwerpunkt der Pendelmasse. Gegen dieselbe können jedoch die folgenden Einwände erhoben werden. Die Schneide im Pendel ist Verletzungen sehr leicht ausgesetzt; sie kann aber in diesem Falle nicht nachgeschliffen werden, ohne ihre Lage in Bezug auf die Pendelmasse zu ändern. Aus demselben Grunde kann man nicht verschiedene Schneiden verwenden, was behufs Eliminirung des Einflusses von Gestaltfehlern wünschenswerth ist. Im Hinblick auf diese Einwände hat Verfasser die Umkehrung der Anordnung, und zwar mit Erfolg erprobt, bei welcher das Pendel mit ebener Fläche ausgerüstet ist, welche während der Schwingungen durch eine feststehende Schneide unterstützt wird. Der scheinbar erhebliche Einwand, dass bei dieser Anordnung die Lage der Schwingungsaxe von der jedesmaligen Lage der Schneidenberührungslinie auf der ebenen Fläche abhängig ist, verschwindet thatsächlich, da einmal der Einfluss einer merklichen Verschiebung dieser Linie auf der Ebene die Schwingungsdauer theoretisch unmerklich beeinflusst und die üblichen Vorrichtungen zum Abheben und Auflegen des Pendels solche Verschiebungen völlig auszuschliessen ermöglichen. Versuchsreihen mit verschiedenen Belastungen der Schneiden zeigen denn auch einen mittleren Fehler der Schwingungsdauer von nur Zweimillientel, beziehungsweise eine Maximalabweichung von weniger als Einmillientel der mittleren Schwingungsdauer von nahezu 0,5 Sekunden. Die grössere Sicherheit der neuen Anordnung gegen Veränderungen durch Beschädigungen fällt namentlich in's Gewicht für die zu Relativbestimmungen neuerlich in grösserem Umfange (Sterneck, Mendenhall) benutzten kurzen Pendel, bei denen die Unveränderlichkeit des Pendels Voraussetzung ist. Für Reversionspendel zu absoluten Bestimmungen nimmt Verfasser für seine Anordnung ausserdem noch eine grössere Schärfe der Pendellängenbestimmung in Anspruch, einmal wegen des geringeren Einflusses der Kompression auf die ebenen Flächen im Vergleich zu dem bei den Schneiden auftretenden, dann wegen der Möglichkeit, nöthigenfalls mittels der Methode von Michelsen und Morley die Entfernung der Ebenen auf Lichtwellenlängen zu beziehen. Verfasser benutzte die neue Anordnung zum Ausgangspunkt von Versuchen über den Einfluss der Winkel, Abrundung und Abflachung von Schneiden auf die Schwingungsdauer, Versuche, welche bei mit Schneiden versehenen Pendeln nicht ausführbar sind, und fand besonders den Einfluss der Abflachung, wie sie sich bei längerer Benutzung einer Schneide von selbst ergiebt, nicht unerheblich. Die Versuchsschneiden wurden von Stahl zunächst mit einem Schneidenwinkel von 110° möglichst scharf hergestellt, wobei eine scharfe Messung noch eine Schneidenbreite von 1 μ erkennen liess. Durch leichtes Abziehen wurde diese nach und nach auf 2, 5, 6, und 10 μ gebracht, wodurch die Schwingungsdauer des auf dieser Schneide mit seiner ebenen Fläche schwingenden Pendels um beziehungsweise 8, 24, 75 und 250 Milliontel der anfänglichen Schwingungsdauer verringert wurde. Die wichtige und interessante Frage nach dem günstigsten Schneidenwinkel untersucht Verfasser an Schneiden zwischen 90° und 160° und kommt zu dem Schluss, dass der beste Winkel für Stahlschneiden zwischen 110° und 140° liegt. Uebrigens giebt Verfasser Achatschneiden den Vorzug vor Stahlschneiden, besonders mit Rücksicht auf die Art der Verletzungen, welche beim spröden Achat als unschädliche Ausbröckelungen kleiner Theile der Schneiden, bei Stahl als nachtheilige Abflachungen, bisweilen mit Gratbildung, auftreten. *Pensky.*

Neu erschienene Bücher.

Die Chronophotographie. Von E. J. Marey, deutsch von Dr. A. von Heydebreck. (Photographische Bibliothek. Bd. II. Herausgegeben von Dr. Stolze.) Berlin, Meyer & Müller. M. 2.

Der Name Chronophotographie ist auf dem internationalen Photographenkongress zu Paris festgesetzt worden und bezeichnet dasjenige allgemeine Registrirverfahren von Bewegungsvorgängen, bei denen der zu untersuchende Gegenstand selbst in gleichen Zwischenzeiten mit momentaner Belichtung photographisch aufgenommen wird. Das Verfahren ist überall da anwendbar, wo nur genügend Licht vorhanden ist, und besitzt den grossen Vorzug, in keiner Weise den Bewegungsvorgang selbst irgendwie zu beeinträchtigen. Das menschliche Auge kann nur eine begrenzte Anzahl von Bildern innerhalb einer gewissen Zeit als getrennte Eindrücke unterscheiden; die empfindliche Schicht der photographischen Platte ist dagegen dieser Einschränkung nicht unterworfen und es ist schon möglich geworden, bis 60 Aufnahmen hinter einander in einer Zeitsekunde zu machen und die Dauer einer solchen Einzelaufnahme bis zu $^1/_{25\,000}$ Sekunde zu vermindern. Die chronophotographische Methode zur Analysirung von Bewegungsvorgängen, zu welcher ein photographischer Apparat mit intermittirendem Lichtzutritt erforderlich ist, wird in zweierlei Form angewendet. Bei dem Verfahren mit fester Platte wird hinter dem Gegenstand, dessen Bewegung analysirt werden soll, eine schwarze Wand angebracht, damit sich der Hintergrund nicht mitabbilde. Zwischen photographischem Objektiv und empfindlicher Schicht, dicht vor dieser, rotirt eine undurchsichtige Scheibe mit sektorförmigen Ausschnitten. Bei jedem Vorübergang eines dieser Sektoren vor der Platte wird auf dieser ein Momentbild des Gegenstandes in der Phase der Bewegung erzeugt, die diesem Augenblick gerade zukommt, und aus der Gesammtheit der aufeinanderfolgenden Aufnahmen lässt sich dann der Bewegungsvorgang selbst rekonstruiren, wobei ein mitphotographirter fester Maassstab über die Grössenverhältnisse Aufschluss giebt. Sehr anschaulich lassen sich auf diese Weise die Einzelheiten der Bewegung von gehenden, laufenden und springenden Menschen machen. In einzelnen Fällen wird zur Erlangung von schematischen Bildern hierbei der Kunstgriff angewendet, dass der Körper durch schwarze Sammetbekleidung vor der schwarzen Wand unsichtbar gemacht wird und nur einzelne silberglänzende Schnüre und Knöpfe das Knochengerüst der Extremitäten markiren. In der vorliegenden Abhandlung sind mehrere solcher schematischen Bilder wiedergegeben, die für die Bewegungsvorgänge beim Gang und Sprung sehr instruktiv sind und Einzelheiten viel besser erkennen lassen als die Darstellung der ganzen Person. Vollführt nun aber der Gegenstand seine Bewegungen wesentlich nur am Orte, oder ist er so ausgedehnt, dass sein Fortrücken zwischen zwei Aufnahmen kleiner ist als seine Ausdehnung in der Bewegungsrichtung, so würden sich die einzelnen Bilder decken und verwirren. Dieser Uebelstand wird durch die Methode mit beweglicher Schicht beseitigt. Bei dieser Methode wird die empfindliche Schicht selbst fortbewegt, so dass sich auf dem Fleck, wo das Bild des Körpers entsteht, stets ein frisches Stück der Schicht befindet. Glasplatten lassen sich allerdings wegen ihrer Starrheit hierzu nicht wohl verwenden, wohl aber empfindliche Häute, welche in Streifen von passender Breite und von einer Länge bis zu 4 *m* auf einer Spule aufgewickelt werden und während der Zeit der Aufnahmen abrollen. Die Einrichtung des Apparates ist dann folgende: Hinter dem Objektiv rotiren konaxial, mit gleicher Geschwindigkeit, aber in entgegengesetzter Richtung zwei Scheiben mit sektorartigen Durchbrüchen. Beim Zusammentreffen zweier solcher Oeffnungen gerade hinter dem Objektiv wird also für einen Augenblick dem Licht Zutritt zur empfindlichen Schicht gewährt und ein Momentbild erzeugt. Die Axe aber, welche die beiden Scheiben in Bewegung setzt, wirkt auch auf eine Spule, auf welcher die biegsame Haut mit der empfindlichen Schicht aufgewickelt wird. Würde nun aber auch während der kurzen Zeit der Belichtung der Streifen sich fortbewegen, so würden

die Bilder unscharf ausfallen. Zur Vermeidung dieses Uebelstandes tritt noch ein sinnreiches Schaltwerk in Thätigkeit, das für die Dauer der Belichtung den Streifen festhält. Ein Schieber in der Kassette, dessen Breite nach der Geschwindigkeit, mit der die Aufnahmen gemacht werden sollen, regulirt werden kann, exponirt nur immer gerade so viel von der Haut, als in der Zwischenzeit fortbewegt wird, so dass die Bilder unmittelbar neben einander entstehen. In einfachster und für viele Zwecke genügender Weise lässt sich der Bewegungsvorgang in entsprechender Verlangsamung reproduziren, wenn eine positive Kopie des Hautstreifens in ein Zootrop gelegt und dieses mit passender Geschwindigkeit gedreht wird; der Bewegungsvorgang wird dann unmittelbar anschaulich gesehen.

Die Methode der Chronophotographie ist einer ausserordentlich verbreiteten Anwendung fähig, wie die zahlreichen Holzschnitte beweisen, die als Proben der Abhandlung beigegeben sind. Aber nicht nur Bewegungen, die sich durch die Schnelligkeit, mit der sie sich abspielen, der Analyse durch direkte Beobachtung entziehen, sondern auch viele sich äusserst langsam vollziehende Bewegungserscheinungen werden durch die Methode der Chronophotographie erst recht verständlich. Auch auf mikroskopische Vorgänge kann die Methode mit Vortheil angewendet werden. Zahlreiche Untersuchungen über die Dynamik und Kinematik der menschlichen und thierischen Bewegungen, des Vogel- und Insektenfluges, der Fortbewegung im Wasser u. a. m. sind nach der Methode der Chronophotographie auf der physiologischen Station im *Parc des Princes* zu Paris angestellt worden. Die der Abhandlung beigefügten Abbildungen geben hiervon wenigstens eine Ahnung, da der Holzschnitt die Details der photographischen Aufnahme vielfach sehr verwischt hat. *Sr.*

Praktisches Taschenbuch der Photographie. Von Dr. E. Vogel. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. Berlin 1893. Robert Oppenheim (Gustav Schmidt). M. 3.

Bei den rapiden Fortschritten der photographischen Technik in optischer und chemischer Beziehung wird das vorliegende Werkchen, das allen diesen neuen Erscheinungen Rechnung trägt, nur als willkommen bezeichnet werden können. Soweit es in dem Rahmen eines Taschenbuches möglich ist, ist thunlichst Vollständigkeit erstrebt und wohl auch erreicht worden. Von den neuen Entwicklungsverfahren sind, wie früher, nur bewährte Rezepte gegeben. Bei den Positivverfahren sind auch die Pausverfahren angegeben worden, so dass nicht nur der Amateurphotograph, sondern auch technische Geschäfte und Maschinenkonstrukteure sich mit Vortheil aus dem Taschenbuch der Photographie Rath erholen werden. *Sr.*

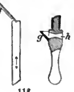
W. Biscan, Die Bogenlampe. Physikalische Gesetze, Funktion, Bau und Konstruktion derselben. Leipzig. M. 2,—.

W. Biscan, Die Dynamomaschine. 3. Aufl. Leipzig. M. 2,—.

Patentschau.

Handinstrument zur Sichtbarmachung verdeckter Gegenstände. Von J. Livtschak in Wilna. Vom 4. August 1892. No. 67785. Kl. 42.

Das Instrument soll zum Gebrauch bei behinderter Aussicht im Theater u. dergl. dienen. Zwei parallel geneigte, mit den spiegelnden Flächen einander zugekehrte Planspiegel g sind an einer gemeinsamen, mit Handgriff und blossem Schauloch h oder mit einem Fernrohr versehenen Führungsstange verschiebbar. Der eine Spiegel übermittelt das Bild des verdeckten, zu besichtigenden Gegenstandes dem zweiten und dieser wiederum durch das Schauloch oder das Fernrohr dem Auge des Beobachters.



Tragaxeslagerung an Durchgangsfernrohren und ähnlichen Instrumenten. Von Keuffel & Esser Company in New-York. Vom 26. Mai 1891. No. 67819. Kl. 42.

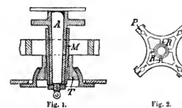
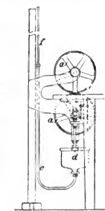


Fig. 1. Fig. 2.

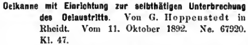
Um die Einwirkung von Stössen auf die vertikale Tragaxe *A* des Instrumentes abzuschwächen, umschliesst der Kugelgelenktheil *T* (Fig. 1) die Muffe *M* mit Spielraum, und die Füsse *P* (Fig. 2) führen nicht in radialer Richtung zu dieser Muffe, sondern sie sind durch die um 45° davon entfernten Stege *R* mit ihr verbunden. In beiden Fällen soll die geschaffene grössere Elastizität und Nachgiebigkeit jenen Schutz gewähren.

Dem Referenten scheint mit dieser Einrichtung eine Fehlerquelle geschaffen zu sein, die man von jeher bei Konstruktion von Stativen für astronomische Instrumente ängstlich zu meiden bemüht war. Durch die „elastische" Aufstellung dürften die Beobachtungsergebnisse beeinflusst werden; es handelt sich hier auch wohl nur um kleine Transits für praktischen Gebrauch.

Geräth zum Messen der Dicke von Blech, Papier u. s. w. Von H. Maier in Schleissheim-München. Vom 1. September 1892. No. 68193. Kl. 42.

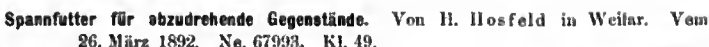


Der zu messende Gegenstand wird zwischen die beiden Rollen *a* eingeführt. Von diesen bewegt die untere einen federnd verschiebbaren Kolben, der die im Stiefel *d* enthaltene Flüssigkeit durch das Rohr *e* nach dem mit einer Skale versehenen Standröhrchen *f* presst.

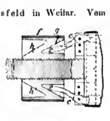


Oelkanne mit Einrichtung zur selbthätigen Unterbrechung des Oelaustritts. Von G. Hoppenstedt in Rheidt. Vom 11. Oktober 1892. No. 67920. Kl. 47.

In das Innere der Kanne *a* ragt ein Becher *c* hinein, welcher mit ihr durch Löcher *d* in Verbindung steht. In den Becher ragt bis nahe an seinen Boden ein Einflussrohr *b*, welches im Innern mit einem Luftkanal *g* ausgestattet ist und je nach Bedarf zur Regelung der zum Ausfluss kommenden Oelmenge mit einem Loch *f* in grösserem oder kleinerem Abstande vom Boden des Bechers versehen sein kann.



Spannfutter für abzudrehende Gegenstände. Von H. Hosfeld in Weilar. Vom 26. März 1892. No. 67993. Kl. 49.



Das Spannfutter dient zum Einspannen von Arbeitsstücken oder Werkzeugen verschiedener Dimensionen und kann dieselben von Innen (Hohlkörper) oder von Aussen (Vollkörper) fassen. Hierzu dienen die hebelartigen Klemmbacken, welche mit ihrem einen Ende *c* an den Schrägwänden *g* oder *h* der Stellmuffe *f* gleiten. Durch Aufschrauben dieser Stellmuffe werden die anderen Enden *c* der Greifhebel gegen den zu fassenden Körper gedrückt und halten denselben fest.

Thermosäule. Von P. Giraud in Chantilly, Frankreich. Vom 18. Juli 1891. No. 67610. Kl. 21.

Die Hauptelektroden der Elemente dieser Thermosäule bestehen aus einer Legirung von Antimon, Zink, Cadmium und Silicium, der bei kleineren Elementen von geringerer mechanischer Beanspruchung auch Kupfer und Zinn hinzugefügt werden. Die Mischungsverhältnisse dieser Bestandtheile werden der Grösse der Elemente angepasst, da mit der letzteren die Wirkung der Wärmeleitung und Wärmestrahlung sich ändert. Aus dieser Erwägung ergeben sich folgende Zusammensetzungen für die Elemente verschiedener Grösse:

a) Für Elemente von 70 *mm* Länge, 20 *mm* Breite und 20 *mm* Höhe: 1450 Th. Antimon, 900 Th. Zink, 80 Th. Kupfer, 50 Th. Cadmium, 40 Th. Zinn und 3 Th. Silicium.

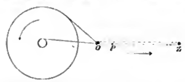


b) Für Elemente von 70 *mm* Länge, 20 *mm* Breite und 30 *mm* Höhe: 1440 Th. Antimon, 780 Th. Zink, 60 Th. Cadmium, 30 Th. Kupfer, 15 Th. Zinn und 2 Th. Silicium.

c) Für Elemente von 100 *mm* Länge, 30 *mm* Breite und 50 *mm* Höhe: 1830 Th. Antimon, 960 Th. Zink, 65 Th. Cadmium und 2 Th. Silicium.

Die mit diesen Hauptelektroden vereinigten Nebenelektroden bestehen aus Weissblech, Nickel, Ferroaluminium oder aus platinirtem, vernickeltem oder mit Iridium belegtem Eisen und sind mit einander durch Klammern verbunden, die verlöthet werden.

Pantograph. Von M. Stübler in München. Vom 10. Mai 1892. No. 67856. Kl. 42.



Ein um den Zeichenstift *Z* geschlungener Faden, der eine zum Umfahren des Urbildes dienende Perle *P* oder dergl. trägt, ist mit seinen beiden Enden durch eine feste Oese oder Oeffnung *O* hindurch geführt und auf zwei um eine feste Axe drehbare, fest mit einander verbundene Zylinder oder Prismen gewickelt. Bei den Bewegungen des Zeichenstiftes wird der Faden von den Zylindern oder Prismen, die unter Wirkung einer Feder stehen, abgewickelt oder wieder aufgewickelt. Das Grössenverhältniss zwischen dem Urbild und der durch *Z* gezeichneten Nachbildung hängt von dem Grössenverhältniss der beiden Zylinder oder Prismen ab.

Reduktionszirkel mit Verlängerungstheilen. Von O. Bente in Pforzheim. Vom 6. Juli 1892. No. 68034. Kl. 42.

Die Schenkel *S* sind in zwei seitlich neben einander befindlichen und durch ein Gelenk verbundenen Führungshülsen *A* verschiebbar und können dadurch verlängert werden, dass die unteren Spitzen Verlängerungsstangen *H* tragen, die in Nuten der Schenkel verschiebbar sind.

Zeichengeräth zum Auftragen von Theilungen. Von O. Rauschenbach in Berlin. Vom 31. Juli 1892. No. 68134. Kl. 42.

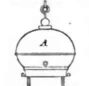


Fig. 1.

Fig. 2.

Dieses Zeichengeräth besteht aus zwei verleimten Holzplatten *d*, zwischen denen Nadeln im Abstande der aufzutragenden Theilung so eingepresst sind, dass sie mit ihren Spitzen über die Kanten der Platten vorstehen und zugleich gegen Verschiebung gesichert sind.

Schutzhülle für Bogenlampen. Von Th. Rieth in Berlin. Vom 11. März 1892. No. 67930. Kl. 21.



Die Schutzhülle ist zweitheilig. Der untere Theil *B* wird in einer Schienenführung *c* auf- und abbewegt. Sind die beiden Theile *A* und *B* von einander gezogen, so ist ein gelenkiges Umlegen der beiden Theile unmöglich.

Stromabnehmerbürste. Von L. Boudreaux in Paris. Vom 12. Oktober 1892. No. 68369. Kl. 21.

Die Bürste wird aus möglichst dünn geschlagenem Metallblech (Rauschgold oder Kupferfolie) hergestellt, indem dieses zuerst in mehreren Lagen *a* zu einer Schicht vereinigt und diese Schicht, wie dargestellt, durch Faltung in die Bürstenform gebracht wird.

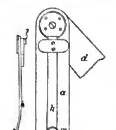
Geozentrische Himmelskarte. Von A. H. Molesworth in London. Vom 16. Dezember 1891. No. 68293. Kl. 42.

Das Patent betrifft eine auf geozentrischem Prinzip beruhende Himmelskarte, welche in zwölf die Zeichen des Thierkreises darstellende Sektorflächen eingetheilt und mit Umlaufbahnen versehen ist, in denen Himmelskörper darstellende, mit Stiften versehene Kugeln behufs Veranschaulichung der jeweiligen Positionen der betreffenden Gestirne mit der Hand oder selbthätig mittels eines Uhrwerks eingestellt werden können.

Instrument zum Messen von Flüssigkeitsständen. Von C. Joseit in Elbing. Vom 6. Juli 1892. No. 67976. Kl. 42.

An dem unteren Ende der mit einem Maassstab versehenen Glasröhre *a* ist ein Ventil *f* angebracht, das entweder durch den Flüssigkeitsdruck in Folge seines gegenüber der zu messenden Flüssigkeit verhältnissmässig geringen Gewichtes oder durch einen hervorstehenden Stift beim Auftreffen auf den Gefässboden geöffnet wird. Die Flüssigkeit tritt durch die Löcher *h* aus dem Gefäss in die Röhre, bis sich der Widerstand in beiden ausgeglichen hat. Nimmt man dann das Instrument, dessen Ventil sich wieder geschlossen hat, heraus, so kann man an dem Maassstab den Flüssigkeitsgrad in der Röhre ablesen, der zugleich derjenige im Gefäss ist.

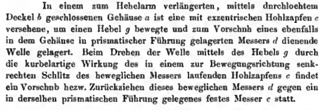
Verstellbares Winkelmaass. Von R. Röder. Vom 2. Februar 1892. No. 67992. Kl. 42.

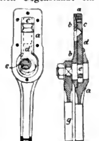


Auf dem Anlegeschenkel *a* ist eine Federklinke *h* angebracht, deren Zapfen *l* in Einschnitte des beweglichen Schenkels *d* eingreift, um diesen in bestimmten Stellungen zum Hauptschenkel (insbesondere als rechten Winkel, Gehrmaass und Schmiege) feststellen zu können. Die Klinke *h* giebt bei einem Fingerdruck auf den Kopf *m* den Schenkel *d* frei.

Verfahren zum Verzinken eiserner Gegenstände. Von C. F. Western in Hamburg. Vom 28. Oktober 1891. No. 67927. Kl. 48.

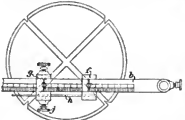
Die eisernen Gegenstände werden zunächst in einem Salzsäurebad gebeizt, sodann in einem wässerigen Salmiakbad abgespült und gelangen hiernach sofort in ein Zinkbad, dessen Decke durch Mischung von etwa 15 Theilen Salmiak mit 1 Theil Zinkchlorid hergestellt ist. Hierdurch erhalten die verzinkten Gegenstände ein blankes, silber- oder zinnähnliches Aeussere.





Werkzeug zum Abkneifen von Schrauben. Von P. Brüninghaus in Berlin. Vom 21. September 1892. Nr. 67788. Kl. 87.

In einem zum Hebelarm verlängerten, mittels durchlochtem Deckel *b* geschlossenen Gehäuse *a* ist eine mit exzentrischen Hohlzapfen *e* versehene, um einen Hebel *g* bewegte und zum Vorschub eines ebenfalls in dem Gehäuse in prismatischer Führung gelagerten Messers *d* dienende Welle gelagert. Beim Drehen der Welle mittels des Hebels *g* durch die kurbelartige Wirkung des in einem zur Bewegungsrichtung senkrechten Schlitz des beweglichen Messers laufenden Hohlzapfens *e* findet ein Vorschub bezw. Zurückziehen dieses beweglichen Messers *d* gegen ein in derselben prismatischen Führung gelegenes festes Messer *c* statt.



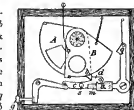
Stellvorrichtung an Ellipsenzirkeln von der Art der sogenannten Kreuzzirkel. Von J. Rechenmacher in Heinrichsort bei Lichtenstein i. S. Vom 27. März 1892. No. 68297, Kl. 42.

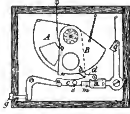
Die Träger für die Führungszapfen, die beiden Schieber *f* und *g*, sind mittels einer Stellschiene *h* und einer Klemmschraube *j* dergestalt mit einander verbunden, dass sie weiter auseinander oder enger zusammengerückt und dann festgestellt werden können, um so bei der Einstellung der Schiene *b* den Abstand der beiden Schieber unverändert zu erhalten.

Fernrohrokular mit weitab liegendem Augenpunkt. Von Carl Zeiss in Jena. Vom 30. Januar 1892. No. 67823. Kl. 42.

Dieses Fernrohrokular ermöglicht die Beobachtung des teleskopischen Bildes bei grossem Abstand des Auges vom Okular. Dasselbe besteht aus der Verbindung eines positiven (kollektiven) Linsensystems von grosser relativer Oeffnung mit einer Zerstreuungslinse.

Objektivverschluss für Moment- und Zeitbelichtung. Von Haake und Albers in Frankfurt a. M. Vom 26. Juli 1892. Ne. 68668. Kl. 57.





Die unter Wirkung einer Spiralfeder drehbare Verschlussscheibe A liegt, bei gespanntem Verschluss, mit Nase b am Vorsprung d des um s drehbaren Hebels c. Durch Druck auf Knopf g schnellt A nach rechts und funktionirt als Momentverschluss, wobei die Scheibe B eine beim Wiederspannen des Verschlusses unvermeidliche zweite Belichtung derselben Platte verhindert. Durch Verschieben des Gleitstückes n auf dem einen Schenkel des Winkelhebels m wird dessen Nase q soweit nach links verschoben, dass der Ansatz b der Scheibe A in solcher Lage festgehalten wird, dass die beiden Oeffnungen von A und B über einander verbleiben, so lange ein Druck auf Knopf g ausgeübt wird.



Spannfutter für Bohrer, Reibahlen u. dergl. Von C. Scharenberg in Berlin. Vom 4. Oktober 1892. No. 68679. Kl. 49.

Dieses Spannfutter ist gekennzeichnet durch einen mit exzentrisch angeordneten Rippen k ausgerüsteten drehbaren Spannring c, welcher die Klemmbacken b bethätigt. Zu diesem Zwecke sind ihre die Rippen aufnehmenden tieferen Einschnitte keilförmig gestaltet, um so mittels einer Gegenmutter sowohl den Spannring und dadurch die Klemmbacken fest anspannen, als auch ein Hochstellen des Spannringes bewirken zu können.

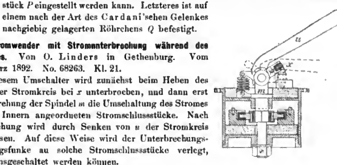
Wechselkassette. Von A. Stegemann in Berlin. Vom 5. April 1892. No. 68508. Kl. 57.

Der für die belichteten Platten als Sammelkasten dienende Behälter B wird zum Zwecke des Plattenwechselns mit Hilfe von Hakenleisten f scharnierartig so mit der Kassette A verbunden, dass durch den Hebelmechanismus hi zwei Nasen zwischen die beiden vordersten Platten in der Kassette getrieben werden, wodurch ein Hindurchgleiten der belichteten Platte durch korrespondirende Schlitze in den Sammelbehälter bewirkt wird. An die Stelle der Hakenleisten können auch Stifte n treten, welche unter der Wirkung einer Feder in entsprechende Löcher der Plättchen s einschnappen und die Verbindung der Theile A und B bewirken.



Mikrophon mit gegeneinander regelbarem Druck der Stromschlussstücke. Von A. Th. Collier in St. Albans, England. Vom 14. Oktober 1892. No. 68233. Kl. 21.

Bei diesem Mikrophon ist die Schallplatte D und ein mit dieser verbundenes Stromschlussstück M mittels eines Rahmens E an einem federnden Stäbchen F in der Weise aufgehängt, dass vermöge der Anordnung des um eine Axe H verdrehbaren Aufhängepunktes das Stromschlussstück M vor dem andern Stromschlussstück P eingestellt werden kann. Letzteres ist auf einem nach der Art des Cardani'schen Gelenkes nachgiebig gelagerten Röhrchens Q befestigt.



Elektrischer Stromwender mit Stromunterbrechung während des Wendens. Von O. Linders in Gethenburg. Vom 31. März 1892. No. 68263. Kl. 21.

Bei diesem Umschalter wird zunächst beim Heben des Handgriffes u der Stromkreis bei x unterbrochen, und dann erst erfolgt durch Drehung der Spindel m die Umschaltung des Stromes mittels der im Innern angeordneten Stromschlussstücke. Nach vollendeter Drehung wird durch Senken von u der Stromkreis wieder geschlossen. Auf diese Weise wird der Unterbrechungs- und Schliessungsfunke an solche Stromschlussstücke verlegt, welche leicht ausgeschaltet werden können.

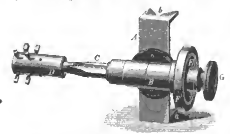
Für die Werkstatt.

Schleifapparat für Theilmesser von C. Reichel. Mitgetheilt von K. Friedrich.

Die vielfach gebräuchlichen Einrichtungen zum Schleifen von Theilmessern bestehen aus einem Klotz, in den sich das zu schleifende Theilmesser einsetzen lässt und an dem verschieden lange Stahlstifte in geeigneter Weise angebracht sind, welche die Neigungen der anzuschleifenden Flächen festlegen. Mit dieser Vorrichtung wird dann auf einer Planscheibe geschliffen, indem man einerseits die Stahlstifte, andererseits die Theilmesserfläche auf der Schleiffläche aufruhen lässt, wobei sich natürlich auch die Stifte abnutzen. Dies Werkzeug ist sehr schwierig herzustellen, da von der Mittelebene des Theilmessers aus alle Theile genau symmetrisch gearbeitet werden müssen, und es bedarf einer sehr vorsichtigen Behandlung, weil anderenfalls bei der Arbeit die Symmetrie gestört werden kann.

Herr Mechaniker Reichel benutzt seit mehr als zehn Jahren zu gleichem Zwecke eine andere Einrichtung, welche weniger schwierig herzustellen ist und beim Schleifen der Theilmesser selbst nicht abgenutzt wird, aber zudem im weitesten Sinne universal ist; es lassen sich damit nicht nur Theilmesser, sondern z. B. auch Waagenschneiden, Steine u. s. w. in jedem beliebigen Winkel schleifen.

Die Einrichtung besteht aus einem Sattel A, auf welchen mit zwei Schrauben eine Buchse B justirbar aufgesetzt ist. In B ist eine Axe C gelagert, die am linken Ende das Klemmfutter D, am rechten einen Theilkreis E trägt, welcher an der mit der Buchse B verbundenen Alhidade F abgelesen werden kann. Die Nonien gestatten 5 Minuten abzulesen. Der Knopf G dient zur Sicherstellung der Axe in der Buchse. Zum Schleifen ist ferner nöthig eine auf die Spindel einer Drehbank geschraubte Planscheibe und ein Zylinder, den man in die Drehbankvorlage steckt und parallel zur Planscheibe ausrichten muss. Geschliffen wird mit losem Schleifmaterial.



Das zu schleifende Theilmesser wird im Achtschraubenfutter D genau zentrirt, was am schnellsten unter Zuhilfenahme der Fühllibelle geschieht. Sodann wird der Sattel A mit den Keilnuten a und b gegen die in der Vorlage steckende Säule gelegt und die am Theilmesser vorhandene, zur Axe parallele ebene Fläche parallel zur Vertikalrichtung der Schleifscheibe gerichtet, während sie in der horizontalen Richtung einen Winkel mit ihr bildet. Man überzeugt sich von der Richtigkeit der Stellung dadurch, dass man in derselben Lage des Schleifapparates eine kleine Fläche an das Theilmesser schleift und beobachtet, ob die Schnittkante zwischen der erstgenannten Fläche und derjenigen des entstandenen Schliffes rechtwinklig über die ursprüngliche Fläche geht. Ist die Parallelstellung erreicht, so liest man die Einstellung der von 0 bis 360° bezifferten Theilung am Nonius ab und stellt darauf den Winkel, welchen man jeder Schneidefläche des Theilmessers geben will, zuerst positiv und dann negativ von der ersten Einstellung ein; in jeder Stellung wird dann die entsprechende Fläche angeschliffen, indem man wieder den Sattel A gegen den in der Drehbankvorlage steckenden Zylinder legt, das zu schleifende Theilmesserende gegen die rotirende Schleifscheibe bringt und die Vorrichtung am Zylinder auf und nieder bewegt, um das Einschleifen von Ringen in die Scheibe zu verhüten.

In der Regel soll die Schnittlinie der beiden angeschliffenen Flächen am Theilmesser zu der zur Axe parallelen Fläche einen Winkel von 45° bilden. Dieser Winkel wird sowohl durch die Drehung der Axe C, als auch durch Verstellung der Vorlagensäule bewirkt; diese Einstellung lässt sich empirisch sehr schnell erreichen. Um die angeschliffenen Flächen gleich gross zu erhalten, schleift man solange, bis die Verbindungslinie der beiden Punkte, in denen die Schnittlinien zwischen der angeschliffenen und zur Axe parallelen Fläche endigen, rechtwinklig die letztere schneidet.

Beim Schleifen von Waageschneiden, Krystallen, Steinen u. s. w. wird das Schleifobjekt auf die ebene, zur Umdrehungsaxe rechtwinklige Endfläche eines in das Klemmfutter D gespannten Stückes gekittet.



Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Prof. Dr. **Abbe** und **H. Haensch.**

Redaktion: Prof. Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XIV. Jahrgang. **Mai 1894.** Fünftes Heft.

Die Justirung und Prüfung von Fernrohrobjektiven.

Von der Firma T. Cooke & Söhne zu York. [1]

Mit Genehmigung der Herausgeber übersetzt von Dr. **R. Straubel** in Jena.

(Fortsetzung.)

Astigmatismus.

Von fundamentaler Wichtigkeit ist die strenge Erfüllnng der Bedingnng, dass alle Strahlen, die das Objektiv in gleicher Entfernung von der Axe treffen, in gleicher Weise gebrochen werden. Bricht das Objektiv zwei Strahlen, die auf den entgegengesetzten Enden eines Durchmessers liegen nnd von der Axe gleich weit abstehen, stärker als die Strahlen, welche die entsprechenden Pnnkte eines zn dem ersteren senkrechten Dnrchmessers treffen, so nennt man das Objektiv astigmatisch.

Ein Verstoss gegen die obige Bedingung ist schwerwiegender als irgend ein anderer. — Wir wählen denjenigen Dnrchmesser des Objektives, an dessen Enden die stärkste Brechung stattfindet und legen eine Ebene durch denselben und die optische Axe; diese Ebene heisse der erste Hauptschnitt. Legt man eine zweite Ebene (zweiter Hauptschnitt genannt) rechtwinklig zu der ersteren ebenfalls dnrch die optische Axe, so findet in dieser die schwächste Brechung statt.

Man wird sehen, dass der Einfluss solcher Verhältnisse auf das Bild eines lenchtenden Pnnktes ein sehr eigenthümlicher ist. Die kürzeste Vereinigungsweite der Strahlen liegt im ersten Hanptschnitt und die erste Wirknng ist die Bildung einer kurzen Brennlinie im zweiten Hauptschnitt. Betrachtet man dagegen die Vereinigung der Strahlen im zweiten Hauptschnitt, so lässt sich zeigen, dass eine zweite nngefähr der ersten gleiche Brennlinie im ersten Hauptschnitt entsteht. Anstatt einer runden Scheibe (wie Fig. 12a', S. 119) besteht das Bild eines Sternes demnach aus einer Linie in dem ersten und einer ähnlichen rechtwinklig zur ersteren liegenden Linie in dem zweiten Hauptschnitt. Fig. 12d'' stellt ein solches in die Länge gezogenes Bild eines Sternes dar. Welche der beiden Brennlinien man sieht, hängt einfach davon ab, auf welche von beiden eingestellt ist. Es lässt sich ferner zeigen, dass ein mitten zwischen den beiden Brennlinien dnrch die Strahlen gelegter Querschnitt ein Kreis ist, dessen Durchmesser halb so gross wie jede der beiden Fokallinien ist; derselbe heisst der Kreis der kleinsten Zerstrennng und man wird wahrscheinlich auf ihn einstellen. Um den schädlichen Einflnss des Astigmatismus zu zeigen, wollen wir annehmen, ein Objektiv habe 15 *cm* (6 *Zoll*) Oeffnnng und 225 *cm* Brennweite und zeige dabei eine Vereinigungs-

[1]) *On the adjustment and testing of telescopic objectives.* T. Cooke & sons, *Buckingham works, York. York: Printed by* Ben Johnson and Co., *100 and 101, Nicklegate.*

differenz für die beiden Hauptschnitte von 0,5 *mm*. Die Länge jeder der beiden Fokallinien wird dann 0,0333 *mm* und der Durchmesser des Kreises kleinster Zerstreunng 0,0166 *mm* sein, und diese Beträge sind gleich dem 3- bezw. $1^1/_2$ fachen des Dnrcbmessers, welchen das scheinbare Scheibchen in einem fehlerlosen Teleskop gleicher Grösse besitzen würde. Fig. 12 d'' zeigt das Bild eines Sternes, welches man bei Einstellung auf eine der Brennlinien sehen würde; der grössere Durchmesser ist dabei nngefähr viermal so gross wie der kleinste. Mit diesem Betrag an Astigmatismus würde der Kreis kleinster Zerstreuung ungefähr wie ein Sternscheibchen von mehr als der doppelten normalen Grösse erscheinen nnd deshalb das Instrument für die Beobachtung enger Doppelsterne nnbrauchbar sein. Nnn ist aber, gerade wie wir vorher bei Besprechung der Achromasie ausgeführt haben, die Vollkommenheit des Netzhautbildes der Punkt, auf den es ankommt, nnd es folgt deshalb daraus, dass das Objektiv vollständig frei von Astigmatismus ist, noch lange nicht, dass der Beobachter mit demselben gnt sehen wird; denn das Auge des Beobachters kann ja noch astigmatisch sein. Thatsächlich ist ein noch dazu keineswegs nnbedentender Astigmatismus ein sehr häufiger Fehler des menschlichen Anges, der auch vom Beobachter leicht entdeckt werden kann. Wir wollen deshalb im Folgenden die Kennzeichen des Astigmatismns im Fernrohr und im Ange beschreiben, um dem Beobachter die Möglichkeit zn verschaffen, beide zn erkennen und zu trennen.

Man wählt dazu am besten einen mässig hellen Stern in der Nähe des Zeniths, der demnach anch nicht stark funkelt, und bringt denselben bei Anwendung niedriger Vergrösserung in die Mitte des Gesichtsfeldes. Beim Einschieben und Herausziehen des Okulars dnrch den Brennpunkt hindurch sollte dann die lenchtende Scheibe bezw. das Ringsystem vollkommen rund erscheinen. Ist dies nicht der Fall, sondern erscheint dasselbe deutlich oval und liegen die Axen der beiden Ovale, die man zu beiden Seiten des Brennpunktes erhält, senkrecht zn einander, so ist mit grosser Wahrscheinlichkeit zu schliessen, dass das Ange des Beobachters astigmatisch ist. Um dies zu entscheiden, beobachtet man einfach, ob die Axe des Ovales bei einer Drehung des Kopfes um die optische Axe des Fernrohres sich mit dreht. Ist dies der Fall und erscheint der Astigmatismus überall gleich gross, so ist klar, dass der Fehler snbjektiver Natnr ist und im Auge liegt. Dreht dagegen die Erscheinung sich nicht mit dem Auge, sondern erscheint in fester Lage gegenüber dem Fernrohr, so liegt der Fehler in diesem letzteren. Will man besonders vorsichtig sein, so kann man anch das Okular drehen nnd beobachten, ob die Erscheinung die entsprechende Drehung mitmacht; sollte dieser Fall — wie kanm zu erwarten — eintreten, so liegt der Astigmatismus im Okular. Ist weder das Auge noch das Okular fehlerhaft, so muss es das Objektiv sein und zwar in bedenklichem Grade, da es bei schwacher Vergrösserung merklich ist. Findet weiter der Beobachter das Bild bei einer bestimmten Kopfstellnng stark astigmatisch und bei einer dazu senkrechten frei von Astigmatismus und zwar auf beiden Seiten des Fokns, so bedeutet dies, dass sowohl Objektiv wie Auge astigmatisch und zwar in gleichem Grade astigmatisch sind. In diesem Falle kann sich nämlich der Astigmatismus bei einer bestimmten Augenstellung aufheben und bei der dazu senkrechten verdoppeln. Sollte weiter die Stärke des Astigmatismus mit der Augenstellnng des Beobachters so veränderlich sein, dass das Bild in der einen Stellung sehr und in der anderen nur mässig schlecht erscheint, so würde dies bedeuten, dass der Astigmatismus des Auges und des Instrumentes

ungleich sind und demnach eine Kompensation nicht stattfinden kann. Die Anwendung schwacher Vergrösserungen, die wir oben empfohlen haben, ist speziell dazu geeignet, den Astigmatismus im Auge zu entdecken und zwar aus dem einfachen Grunde, weil der Astigmatismus des Auges wie der jeder Linsenkombination um so grösser ist, je grösser die wirksame Augenöffnung ist. Bei schwachen Vergrösserungen ist nun vielleicht das in das Auge eintretende Lichtbüschel breit genug, um die Pupille ganz auszufüllen und demnach das Auge bis zu seiner vollen Oeffnung zu erproben, während bei starken Vergrösserungen, wo z. B. der Durchmesser des austretenden Lichtbüschels kaum 0,5 *mm* beträgt, nur ein kleiner Theil der Augenöffnung benutzt wird. Wenig zweckmässig sind dagegen geringe Vergrösserungen bei der Untersuchung des Objektivs auf Astigmatismus und man soll vielmehr zu diesem Zwecke so hohe Vergrösserungen anwenden, als es der Zustand der Atmosphäre nur irgend erlaubt. Ferner sind am besten wiederum Sterne in der Nähe des Zeniths. Die Lichtvertheilung kurz vor und hinter dem Brennpunkt wird wie in den Fig. 13 und 14 aussehen. Der Beobachter wird zunächst, gerade wie wir vorher auseinandergesetzt haben, untersuchen, ob der Astigmatismus im Auge oder Instrument liegt. In ersterem Fall müsste derselbe schon sehr bedeutend sein, um bei so hoher Vergrösserung wahrgenommen zu werden und es wird meistentheils bei astigmatischen Kennzeichen das Objektiv fehlerhaft sein. Der Beobachter ist dann nicht in der Lage, auf Grund allgemeiner Vorschriften Abhilfe zu schaffen; denn der Fehler kann verursacht sein durch schlechte Kühlung, mangelhaftes Material, schlechten Schliff und fehlerhafte Fassung des Objektivs, die zu mechanischer Verzerrung Anlass giebt. Ist letzteres der Fall, so dürfte der Beobachter wohl berechtigt sein, Abhilfe zu versuchen. Bisweilen ist Astigmatismus sowohl in der Kron- wie in der Flintlinse vorhanden; ist derselbe in gleichem Betrage vorhanden, so kann man durch Verdrehen der einen gegenüber der anderen Linse eine Stellung finden, wo das Objektiv entweder fast oder ganz von Astigmatismus frei ist. Aus diesem Grunde tragen die Linsen mancher Objektive an den Rändern Marken, deren Zusammenfallen das Maximum der Leistungsfähigkeit anzeigt.

Fig. 13. Fig. 14.

Wir haben besonders auf die Mittel, Astigmatismus im Auge zu entdecken, aufmerksam gemacht, weil dieser Fehler viel häufiger ist, als man gewöhnlich glaubt, und wir mit gutem Grunde annehmen, dass schon viele im Besitz guter Instrumente befindliche Beobachter getäuscht worden sind; denn dieser Fehler, von dem sie keine Ahnung haben, ist oft Schuld daran, dass sie nicht die Deutlichkeit beim Sehen erreichen und die Dinge am Himmel sehen, welche sie erwarten. Es ist deshalb für jeden beobachtenden Astronomen von grosser Wichtigkeit, dass er seine Augen auf jenen Fehler hin untersucht und, falls derselbe vorhanden, vom Augenarzte sich passende Gläser verschreiben lässt. Letztere können entweder in einer Brille getragen oder in einen über das Okular stülpbaren Deckel eingesetzt werden, der nach der Stellung des Beobachters gedreht werden kann. Auf diese Weise kann man Fehler im Auge unschädlich machen und die grösstmögliche Schärfe mit einem wirklich guten Fernrohr erreichen. Wir können hier noch erwähnen, dass die Grösse des Astigmatismus bei manchen Personen veränderlich ist, dass derselbe bisweilen an einem Tage ganz fehlt und an einem anderen in hohem Grade vorhanden ist. Sollte dies bei einem Beobachter der Fall sein, so kann dieser durch Benutzung von Zylinderlinsen verschiedener Stärke im Okulardeckel Abhilfe schaffen.

Sphärische Aberration.

Bei jedem Objektiv, das diese Bezeichnung in Wirklichkeit verdient, muss die sphärische Aberration der Kronlinse durch die der Flintlinse kompensirt sein und nur der grössere oder geringere Grad der Vollkommenheit dieser Korrektion entscheidet darüber, ob es ein wirklich gutes oder ein Objektiv dritten Ranges ist.

Um sphärische Aberration nachzuweisen, richtet man, nachdem das Objektiv hinreichend abgekühlt ist (vgl. den späteren Abschnitt über „Mechanische Spannungen“), das Fernrohr am besten auf einen Stern von mässiger Helligkeit und untersucht die Beschaffenheit des Bildes ausserhalb der Brennebene bei mittlerer Vergrösserung. Am besten dürfte es dabei sein, wenn der Beobachter die Einstellungsebene so weit vom Fokus entfernt wählt, dass drei oder vier Ringe sichtbar sind. Die Anwesenheit von Aberration wird sich dann dadurch zu erkennen geben, dass die beiden äusseren Ringe massiver und heller erscheinen; besonders ist dies für den äussersten der Fall, falls die Einstellungsebene auf einer bestimmten Seite des Brennpunktes liegt. Lässt man die Einstellungsebene vom Brennpunkt nach dem Objektiv zu wandern und findet dabei, dass die mittleren Ringe sehr schwach, die äusseren dagegen und vor Allem der alleräusserste massiv und hell aussehen, während vom Brennpunkt aus nach aussen die Erscheinung gerade komplementär ist, also die inneren Ringe heller und die äusseren schwächer aussehen als in der Brennebene, so muss man schliessen, dass die Randstrahlen kürzere Vereinigungsweite haben, als die Zentralstrahlen oder mit anderen Worten, dass positive Aberration vorliegt. Fig. 15 zeigt die Erscheinung innerhalb, Fig. 15a die (komplementäre) Erscheinung ausserhalb der Brennweite.


Fig. 15.


Fig. 15a.

Sind hingegen die mittleren Ringe innerhalb der Brennweite fast so hell oder sogar heller als der äussere und dieser zart und schwach (vergl. Fig. 15a), während ausserhalb der Brennweite die Erscheinung komplementär ist und der äussere Ring massiv und hell aussieht, so hat man zu schliessen, dass die Randstrahlen sich und die Axe später schneiden als die Zentralstrahlen und dass demnach negative Aberration vorliegt. Ist der Betrag der sphärischen Aberration sehr gering, so lässt er sich am besten nachweisen, wenn man starke Vergrösserungen anwendet und sich nicht weiter vom Brennpunkt entfernt, als bis zwei Ringe oder auch nur ein Ring sichtbar sind. Natürlich sind die Kennzeichen dann immerhin noch wenig deutlich.

Fig. 16. Fig. 16a.

So stellt z. B. Fig. 16 die Erscheinung auf der einen und Fig. 16a die Erscheinung auf der anderen Seite des Brennpunktes dar, während bei vollständig aberrationsfreiem Objektiv die Erscheinungen auf beiden Seiten des Brennpunktes abgesehen von Farbenunterschieden völlig gleich sein würden (Fig. 20 und 20a, S. 158). Berücksichtigt man die Farbe, so muss man daran denken, dass die Ausbreitung des blauen Schimmers über den inneren Ringen, die ausserhalb der Brennweite eintritt, die scheinbare Helligkeit jener etwas erhöht. Ist nun ein Objektiv vollkommen, so werden die äusseren Ringe **innerhalb** der Brennweite etwas grösseren Kontrast gegenüber den inneren Ringen zeigen als **ausserhalb** derselben. Betrachtet man die Bilder durch ein gelbes Glas, welches die blauen Lichtstrahlen absorbirt, so sollte die Erscheinung innerhalb und ausserhalb der Brennweite die gleiche sein, wenigstens bis auf einen im ersteren Fall vorhandenen rothen Saum. Wenn

nun aber auch das Bild bei sehr starker Vergrösserung aberrationsfrei erscheint, so wird dies doch schwerlich bei geringeren Vergrösserungen der Fall sein, vielmehr wird ein schwaches Okular positive sphärische Aberration, d. h. zu kurze Vereinigungsweite für die Randstrahlen zeigen. Freilich ist diese Wirkung kaum merklich.

Aberration kann in sehr verschiedenem Grade vorhanden sein; sie kann so stark sein, dass jeder Anfänger im Beobachten sie merkt, und auch so gering, dass die grösste Erfahrung im Fernrohrprüfen nöthig ist, um ihr Vorhandensein mit Sicherheit behaupten zu können. Jeder sorgfältige Beobachter sollte sie indess nachweisen können, falls sie einigermaassen stark vorhanden ist.

Zonale Aberration.

Ausser der Aberration, die in ungleicher Vereinigungsweite von Rand- und Zentralstrahlen besteht, giebt es noch einen weiteren Fehler, den man vielleicht am häufigsten bei Objektiven antreffen dürfte. Derselbe besteht darin, dass die Zonen, in die man ein Objektiv theilen kann, verschiedene Vereinigungspunkte auf der optischen Axe haben. Je nach der Grösse des Fehlers wird die Strahlenvereinigung mehr oder weniger unbestimmt und verschwommen werden. Der Einfluss dieses Fehlers ist ungefähr derselbe wie bei der sphärischen Aberration, obwohl letztere das grössere Uebel sein dürfte. Die Länge des Theiles der optischen Axe, auf welchem die Vereinigungspunkte der verschiedenen Zonen liegen, kann als Maass für diesen Fehler gelten, wenn man voraussetzt, dass die relative Anordnung der Vereinigungspunkte dieselbe ist. Ein Objektiv, welches in zehn Zonen getheilt ist, deren Brennpunkte auf einer Strecke von 1 *mm* liegen, kann ein viel feineres „Korn“ haben als eines von drei Zonen, deren Brennpunkte auf einer Strecke von 2,5 *mm* liegen. Das Vorhandensein einer grossen Anzahl von Zonen in einem Objektiv braucht also, ausser wenn die Brennpunkte weit abstehen, keineswegs mit gutem Zeichnungsvermögen zu kollidiren; andererseits kann man freilich die feinste „Definition“ nicht erwarten, falls Zonen in beträchtlichem Grade vorhanden sind. Um Zonenaberration nachzuweisen, ist es am besten, das Teleskop bei mässiger Vergrösserung auf einen sehr hellen Stern zu richten und mit dem Okular den Brennpunkt zu durchwandern; nur ist es hier am vortheilhaftesten, erst Halt zu machen, wenn acht bis zwanzig Interferenzringe sich zählen lassen, da die unregelmässige Wirkung zonaler Aberration unter diesen Umständen am leichtesten sich entdecken lässt. Liegt zonale Aberration vor, so werden die Interferenzringe nicht regelmässig und in harmonischer Abstufung von der Mitte nach dem Rande des Systems erscheinen. Zählt man vom Rande nach innen, so wird man vielmehr z. B. den äusseren Ring dürftig und schwach finden, den folgenden oder die beiden folgenden unverhältnissmässig kräftig, dann wieder die folgenden zwei oder drei schwach und schliesslich die in der Mitte benachbarten wieder kräftig (vergl. Fig. 17). Geht man dagegen in die gleiche Entfernung auf die andere Seite des Brennpunktes, so wird man die komplementäre Erscheinung (Fig. 17a) sehen. Natürlich ist eine sehr grosse Mannigfaltigkeit bei diesem Fehler möglich. Am häufigsten ist vielleicht die Art, bei welcher das Objektiv in drei Zonen sich theilen lässt, von denen die äusserste und innerste fast genau gleiche Vereinigungspunkte haben, während eine mittlere, jedoch der ersteren näher liegende Zone kürzere Vereinigungsweite besitzt. Die Wirkung


Fig. 17.


Fig. 17a.

einer solchen Anordnung ist in Fig. 18 und 18a für den Raum jenseits und diesseits der Brennebene dargestellt. Eine andere häufige Art zonaler Aberration ist in den Fig. 19 und 19a dargestellt, die wiederum wie vorher Querschnitten innerhalb und ausserhalb der Brennebene entsprechen. Bei dieser Art ist der äussere Theil des Objektives nahezu richtig gestaltet, aber die Zentralstrahlen haben eine merklich grössere Vereinigungsweite. Es rührt dies daher, dass eine oder beide Flächen der Kronlinse in der Mitte abgeflacht sind, oder dass das Gegentheil beim Flint der Fall ist. Für die Deutung derartiger Erscheinungen kann man folgende Regel aufstellen: Eine helle Zone oder ein heller Fleck entsprechen bei einem Querschnitt innerhalb der Brennweite in ihrer Lage einer Zone oder einer Fläche, die zu kurze Vereinigungsweite besitzt, während diese Erscheinungen bei einem Schnitte ausserhalb der Brennweite einer Zone oder einer Fläche mit grösserer als der mittleren Vereinigungsweite entsprechen.

Fig. 18. Fig. 18a. Fig. 19. Fig. 19a.

Alle diese verschiedenen Arten zonaler Aberration entstehen in Folge der unvollkommenen Gestalt einer oder mehrerer Objektivflächen. Bei der gewöhnlichen Aberration, oder der regelmässigen Abstufung des Fehlers vom Rande nach der Mitte, kann dies zwar ebenfalls, aber braucht nicht der Fall zu sein. Denn einerseits können die Kugelflächen zu dem Zwecke, die sphärische Aberration vollständig aufzuheben, noch so sorgfältig berechnet und gearbeitet sein und doch wird dieser Zweck nicht erreicht, weil ein Fehler im Schliff passirt, der wegen seiner Regelmässigkeit schliesslich doch auf eine parabolische oder elliptische Fläche hinausläuft. Andererseits aber können auch die Flächen sphärisch vollkommen exakt gestaltet sein und es bleibt nichts destoweniger in Folge unrichtiger Rechnung ein so beträchtlicher Aberrationsrest, dass er nicht durch eine willkürliche praktisch ausführbare Abweichung von der rein sphärischen Gestalt der Fläche gehoben werden kann. Thatsächlich sind selten die berechneten Krümmungsradien so exakt ausgeführt, um nicht zur Hebung kleiner Aberrationsreste leichte Abweichungen von der rein sphärischen Gestalt der Fläche nöthig zu machen.

Die Erscheinungen bei einem vollkommenen Objektiv.

Falls alle Bedingungen der Vollkommenheit im Objektiv und im Auge eines Beobachters erfüllt sind, so wird dieser finden, dass die Ringsysteme, die ein heller Stern ausserhalb der Brennebene liefert, vollkommen kreisförmig erscheinen, und dass die einzelnen Ringe nach aussen zu allmälig und regelmässig kräftiger werden; nur der äusserste Ring ist etwas unverhältnissmässig breit und hell.

Sieht man davon ab, dass der blaue Schimmer bei einem Schnitt ausserhalb der Brennweite die inneren Ringe heller erscheinen lässt, so soll in erster Linie das Aussehen und die Anordnung der Ringe auf beiden Seiten vom Brennpunkt genau gleich sein. Fig. 20 und 20a stellen die Erscheinungen diesseits und jenseits der Brennebene dar, welche man bei starker Vergrösserung sehen soll; das Okular ist dabei so weit ausgezogen oder eingeschoben, dass zwei Ringe deutlich sichtbar sind und ein dritter im Begriff ist, sich in der Mitte zu bilden.

Fig. 20. Fig. 20a.

Fig. 21 entspricht einer Okularstellung, bei der acht oder mehr Ringe sichtbar sind; sie giebt indess schwerlich die Zartheit und regelmässige Abstufung der Interferenzringe wieder, die man in einem vollkommenen

Fig. 21.

Objektiv bei einem hellen Stern und bei ruhigem klarem Wetter beobachten kann. Es ist dies ungefähr derjenige Schnitt, der am meisten Unregelmässigkeiten in der Bildung der Ringe hervortreten lässt.

Je mehr der Beobachter mit einem Instrumente vertraut wird, und vor Allem, je öfter er seine Aufmerksamkeit auf die wesentlichen Kennzeichen der Güte desselben richtet, um so kritischer wird er und sieht schliesslich ganz schwache Anzeichen von Unvollkommenheiten. Die exakte Prüfung eines Objektivs wird zwar immer ein ausnehmend gutes und scharfes Auge und gespannte Aufmerksamkeit verlangen, aber andererseits kann doch jeder einigermaassen sorgfältige Beobachter bei geeigneter Anleitung eine ganz gute allgemeine Idee von der Güte eines Objektivs bekommen.

Man könnte die Frage aufwerfen, wozu braucht man denn eigentlich die Musterung des Sternbildes und der Interferenzringe ausserhalb der Brennebene? Denn das, was uns interessirt, ist doch nur die Güte des Bildes in dieser, und so lange als ein Objektiv hierin gute Bilder liefert, brauchen wir uns nicht um die übrigen Erscheinungen zu kümmern. — Man kann hierfür verschiedene Gründe anführen; ein wichtiger Grund ist der, dass einerseits kein Objektiv ein ideales Bild geben kann, welches nicht alle jene Prüfungen ausserhalb der Brennebene besteht, und dass andererseits jedes Objektiv, welches sie besteht, sicher so vollkommen wie möglich ist. Weiter sind die meisten der von uns angeführten Fehler für ein geübtes Auge leichter sichtbar, wenn es die Erscheinungen ausserhalb der Brennebene, als wenn es sie in dieser untersucht. Der Hauptgrund aber ist der, dass die von uns empfohlene Methode nicht so sehr vom Wetter abhängig ist wie die direkte Betrachtung des Bildes in der Brennebene. Derselbe Grad des Flackerns, der es vollständig unmöglich macht, das scharf fokussirte Bild eines Sternes deutlich zu sehen, genügt nicht, um die breiteren Ringsysteme ausserhalb der Brennebene zu verwischen. Dieselben schwanken ja zweifellos, aber das Auge gewöhnt sich daran, zwischen dem dauernden Charakter und den zufälligen Verzerrungen in der Form und Vertheilung der Ringe zu unterscheiden.

Probirt ein Beobachter sein Instrument in einer sehr guten Nacht, in der er starke Vergrösserungen benutzen kann und er findet das Bild tadellos und entsprechend der gegebenen Beschreibung, so kann er natürlich auch mit einem Schlage sicher sein, dass er es mit einem Instrument ersten Ranges zu thun hat; nur muss er natürlich den gleichen Anblick bei allen Stellungen des Auges haben. Ist aber irgend ein Fehler in dem Bild, so wird er die Natur oder den Sitz desselben nicht angeben können, ohne die Erscheinungen ausserhalb der Brennebene zu untersuchen. Nur falls der Fehler in Astigmatismus, schlechter Justirung oder mangelhafter Zentrirung besteht, ist dies nicht der Fall, vielmehr können diese drei Fehler in einer ruhigen Nacht auch in der Brennebene erkannt werden.

Das Bild eines Sternes.

Fig. 22 stellt das unechte Scheibchen dar, welches ein Stern in der Brennebene eines vollkommenen Objektives liefert; der Stern ist dabei, insofern als er keine scheinbare Grösse besitzt, praktisch äquivalent einem mathematischen Lichtpunkt; trotzdem besitzt sein Bild Dimensionen, die bei starker Vergrösserung vollständig messbar sind. Die Grösse derselben hängt hauptsächlich oder fast ganz von dem Verhältniss

Fig. 22. Fig. 23.

zwischen der mittleren Wellenlänge des betreffenden Lichtes und dem Oeffnungswinkel des Objektivs ab. Auch die grösste Vollkommenheit des letzteren kann das Sternbild nicht verkleinern, während schon kleine Unvollkommenheiten genügen, um es zu vergrössern oder zu verzerren. Untersucht man das Sternbild mit sehr hoher Vergrösserung in einer wirklich guten Nacht, so findet man, dass es aus einem zierlichen runden Scheibchen mit zartem, deutlich roth gefärbtem Rande besteht. Es folgt dann nach einem dunklen Zwischenraum ein dünner heller Ring, der nur von Zeit zu Zeit vollständig zu sehen ist, und nach einem zweiten dunklen Zwischenraum ein zweiter Ring, der selten vollständig und viel weniger hell ist. Ist der Stern sehr hell, so kann man drei bis vier Ringe zählen, von denen die äusseren sehr schwer sichtbar und nur als Schimmer kenntlich sind. Theoretisch sollten die Ringe gefärbt erscheinen, und zwar grün an der Innen-, roth an der Aussenseite, aber es lässt sich dies, ausgenommen bei dem Scheibchen und dem nächsten Ringe, selten erkennen. Eine vollständige Erklärung des unechten Scheibchens und der mangelnden Ringe liefert die Wellentheorie des Lichtes.

Bei einem **vollständig** korrigirten Objektiv, dessen optische Axe auf einen Stern gerichtet ist, konvergiren die Strahlen gegen den Brennpunkt f (Fig. 24).

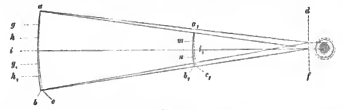
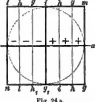


Fig. 24.

Denken wir uns ferner eine beliebige Kugelfläche, mit einem kleineren Radius als die Brennweite, um f als Mittelpunkt beschrieben, so stellt der Schnitt derselben mit dem Strahlenkegel eine Wellenfläche dar, d. h. eine Fläche, auf der die Aethertheilchen in jedem Augenblicke in gleicher Bewegungsphase sind. ab stelle den Schnitt einer solchen Wellenfläche kurz hinter dem Objektiv vor. Nach der Wellentheorie des Lichtes ist nun jeder Punkt oder jedes Aethertheilchen auf der Kugelfläche ab selbst als leuchtender Punkt zu betrachten, der nach allen Richtungen Licht strahlt. Wir wollen nun vorläufig annehmen, die Oeffnung des Objektivs wäre ein Quadrat (Fig. 24a) mit der Seite ab; dann wird die Wellenfläche also quadratisch begrenzt sein. Es ist klar, dass die Aetherschwingungen, die von allen Punkten der Kugelfläche ab gleichzeitig und in gleicher Phase ausgehen, auch gleichzeitig und in gleicher Phase den Punkt f erreichen; denn f ist ja der Mittelpunkt der Kugelfläche. Hieraus ergiebt sich die grosse Helligkeit im Punkt f; dieselbe entsteht dadurch, dass alle Strahlen in diesem Punkte mit gleicher Phase ankommen. Nehmen wir jetzt einen Punkt d (in der Brennebene) in solcher Entfernung von f, dass die Entfernung bd gerade eine ganze Wellenlänge grösser als ad ist. Beschreiben wir mit dem Radius da eine Kugelfläche um d als Mittelpunkt, die db in c schneiden möge, so wird bc gleich einer ganzen Wellenlänge sein. Da df senkrecht zur optischen Axe liegt, so folgt, dass die Schnittlinie der beiden Kugeln, der auch der Punkt a angehört, ein Kreis ist, dessen Ebene senkrecht zur Ebene der Figur und parallel der optischen Axe if liegt. Ebenso werden die Linien gleicher Entfernung zwischen den beiden Kugeln Kreise sein, deren Ebenen der ersteren Ebene parallel sind.

Von einem entfernten Punkte der optischen Axe aus wird die Wellenfläche quadratisch erscheinen (Fig. 24a). Die Seite gm ist hierin die Schnittlinie der beiden um f und d beschriebenen Kugelflächen, und muss, obwohl sie einem Kreise angehört, geradlinig erscheinen, da sie von einem Punkte ihrer eigenen Ebene aus gesehen wird; in ähnlicher Weise ist die durch den Mittelpunkt gehende Linie ig eine Linie, längs welcher die Entfernung zwischen den beiden Kugeln gleich einer halben Wellenlänge ist; wie man nämlich aus Fig. 24 sieht, ist die Entfernung der beiden Kugeln direkt proportional dem Abstande von a, da man sich näherungsweise ac durch Rotation von ab um den Punkt a und den Winkel $(bc)/(ab)$ entstanden, denken kann und bei einer Rotation die Wege den Abständen vom Drehungspunkte proportional sind.


Fig. 24a.

Das Licht, welches in einem bestimmten Augenblicke vom Streifen $h_1 b$ (Fig. 24) oder dem Rechteck $l\,l$ (Fig. 24a) nach d kommt, hat also gegenüber dem vom Streifen ih oder dem Rechteck $i\,i$ eine halbe Schwingung Verspätung und dies hat wegen der Gleichheit der Intensitäten in d vollständige Interferenz zur Folge; ebenso wird das Rechteck $h_1 h$ das Rechteck $h\,h$ und $g_1 g$ das Rechteck $g\,g$ kompensiren. Demnach wird in d vollständige Dunkelheit herrschen. Das gleiche Resultat würde man erhalten, wenn man die Wirkung der beliebigen Kugelwellenfläche $a_1 b_1$ auf d betrachtete; auch hier würde $d b_1$ um eine ganze Wellenlänge grösser als $d a_1$ und damit die Bedingung vollständiger Interferenz vorhanden sein. Es ist klar, dass das sichtbare Licht in f nicht bis zum Punkte d reicht. Das Maximum der Helligkeit liegt nämlich in f und von da findet ein allmäliger Abfall bis zum Punkte d statt. Die scheinbare Grösse von fd vom Mittelpunkte des Objektivs aus gesehen, ist offenbar gleich $(bc)/(ab)$ oder gleich Wellenlänge/Oeffnung.

Für ein Objektiv mit quadratischer Oeffnung $(l\,n\,g\,m)$ lässt sich demnach die genaue Entfernung des ersten dunklen Zwischenraumes vom Brennpunkte leicht angeben; sie ist gleich $\lambda F/A$ oder gleich dem Quotienten aus dem Oeffnungsverhältniss in die Wellenlänge und es entsteht demnach ein quadratisches Lichtscheibchen vom Durchmesser $2\lambda F/A$.

Setzen wir jedoch voraus, die Oeffnung bilde anstatt eines Quadrates einen Kreis von gleichem Durchmesser (Fig. 24a), so ist klar, dass die Interferenzbedingungen ganz andere sind und es ist sehr viel schwerer, den Punkt vollständiger Interferenz d genau zu finden. Denn jetzt wird nur ein Bruchtheil des rechteckigen Streifens der Wellenfläche $g\,g$ mit $g_1 g$ interferiren und ebenso nur ein Bruchtheil von $l\,l$ mit $i\,i$, und nur $h_1 h$ und $h\,h$ werden sich vollständig kompensiren. Der Punkt d wird also nicht dunkel sein, sondern einen Ueberschuss an Wellenbewegung besitzen, der von der Differenz zwischen der Fläche $g\,i$ und den beiden Kreissegmenten in $l\,l$ und $g\,g$ herrührt. Um den Punkt d genau zu finden, ist eine sorgfältige Rechnung nöthig, aber soviel ist klar, dass df bei kreisförmiger Begrenzung grösser sein wird.

Sir George Airy hat durch eine genaue mathematische Untersuchung gefunden, dass in d vollständige Dunkelheit herrschen wird, falls die Differenz zwischen db und da gleich 1,2197 oder näherungsweise $^6/_5$ Wellenlänge sein wird. Theilt man also ab in sechs Theile, so wird der Punkt, wo die Entfernung der beiden Kugeln gleich einer Wellenlänge ist, ungefähr nach h_1 (Fig. 24) oder

auf die dicke Linie links in Fig. 24b fallen. In der letzteren Figur sind die durch Buchstaben über dem Durchmesser bezeichneten in entgegengesetzter Phase wie die, bei denen die Bezeichnung unter dem Durchmesser steht, und der gesammte Interferenzeffekt derselben auf den Punkt d ist gleich Null. Nimmt man in Fig. 24 so an, dass $bc = 1{,}22$ Wellenlängen wird, so wird bei der Drehung der Figur um die Axe if der Punkt d einen Kreis um f beschreiben, der dem dunklen, das Scheibchen umgebenden Ringe entspricht (vergl. Fig. 24). Ausserhalb des dunklen wird ein heller Ring folgen, dessen Punkte den Orten entsprechen, an denen die Lichtbewegung von irgend einer Wellenfläche $(a_1 b_1)$ wieder einen Ueberschuss an Licht liefert.

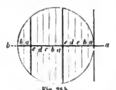


Fig. 24 b.

Der lineare Durchmesser des ersten dunklen Ringes wird also gleich $2F\,1{,}22\,\lambda/A$ sein, worin wie früher F die Brennweite, A die Oeffnung und λ die Wellenlänge bedeutet, während der scheinbare Durchmesser vom optischen Mittelpunkt des Objektives aus sich zu $2.\,1{,}22\,\lambda/A$ ergiebt.

Für ein Objektiv von 15 *cm* Oeffnung und 225 *cm* Brennweite ist demnach der lineare Durchmesser des ersten dunklen Ringes gleich $30 \,.\, 1{,}22\,\lambda$ oder, die Wellenlänge im hellsten Theile des Spektrums zu 0,000548 mm angenommen, gleich 0,0202 *mm*, während die scheinbare Grösse sich zu 0,000009 ergiebt und demnach 1,86" entspricht.

Da das „unechte" Scheibchen in der Mitte am hellsten ist und von da nach dem dunklen Ringe zu allmälig an Helligkeit abnimmt, so ist klar, dass die scheinbare lineare Grösse sehr stark von der Helligkeit des betreffenden Sternes abhängt und bei einem hellen Sterne grösser als bei einem schwachen sein wird; freilich kann das Maximum derselben niemals den Durchmesser des ersten dunklen Ringes überschreiten. Additiv kommt ferner bei helleren Sternen die Irradiation hinzu. Thatsächlich erscheinen denn auch die Sternscheibchen bei schwachen Sternen viel kleiner als bei hellen und man wird vielleicht im Durchschnitt denselben die halbe Grösse des ersten dunklen Ringes zuschreiben können. In allen Objektiven, deren Brennweite ungefähr gleich dem 15fachen der Oeffnung ist, kann man demnach die lineare Grösse des Scheibchens zu 0,01 *mm* annehmen; dies entspricht bei 15 *cm* Oeffnung einer scheinbaren Grösse von 0,9" und bei 30 *cm* von 0",45 und demnach würden diese Beträge dem Auflösungsvermögen gegenüber Doppelsternen mittlerer Helligkeit entsprechen.

Aus der vorgetragenen Theorie der Bildung des „unechten" Scheibchens und der Ringe folgt, dass die Grösse dieser für rothe Strahlen eine andere ist als für grüne und blaue, und zwar, dass die Dimensionen im Verhältniss der Wellenlängen stehen. Demnach decken sich die verschiedenfarbigen Bilder nicht und dies erklärt die Thatsache, dass das Scheibchen wie der erste helle Ring unter günstigen Umständen grünlich gefärbt erscheinen.

Da der scheinbare Durchmesser des ersten dunklen Ringes im Bogenmaass gleich $1{,}22\lambda$/Oeffnung ist, so steht derselbe im umgekehrten Verhältniss zur Oeffnung, was durch die Erfahrung voll bestätigt wird.

Interessant und instruktiv ist es, das Bild eines hellen Sternes in einem grossen mit Irisblende versehenen Fernrohr bei starker Vergrösserung zu betrachten. Mit voller Oeffnung sieht man das übliche kleine Scheibchen; sobald man aber die Oeffnung verkleinert, wird man Scheibchen wie Ringe sich merkbar

ausbreiten sehen, und wenn die Oeffnung auf ein Viertel abgeblendet ist, so ist die Erscheinung auch viermal so gross, und ferner erscheinen die gefärbten Ränder und die Struktur des Scheibchens deutlicher, wenn auch lichtschwächer.

Diese Eigenschaft des Scheibchens, umgekehrt proportional der Oeffnung zu sein, haben wir benutzt, um sorgfältige mikrometrische Messungen am ersten dunklen Ringe zu machen, da Scheibchen wie Ringe bei Abblendung viel leichter und genauer messbar sind als bei voller Oeffnung. Wir geben hiervon einige Beispiele. Ein sechszölliges Objektiv (15 *cm*) von 227,5 *cm* Brennweite wurde auf einen hellen Stern gerichtet und bis auf eine quadratische Oeffnung von 37,5 *mm* Seite abgeblendet. Das Mittel aus vier Messungen ergab als Durchmesser der ersten — hier quadratischen — dunklen Linie 0,0675 *mm*, während die Formel $2F\lambda/A$ ($\lambda = 0{,}000548$ *mm*) 0,0665 als theoretischen Werth ergiebt.

Darauf wurde eine kreisförmige Oeffnung von 30,5 *mm* Durchmesser vor das Objektiv gesetzt und das Mittel von vier Messungen ergab für den ersten dunklen Ring einen Durchmesser von 0,0975 *mm*, während die Formel 0,1000 *mm* liefert. In beiden Fällen wurde das Bild durch ein ungefähr 450mal vergrösserndes Okular betrachtet und, um die Gewissheit zu haben, mit einer einigermaassen bestimmten Wellenlänge zu operiren, ein grünes Glas hinter das Okular gesetzt. Nach der spektroskopischen Untersuchung liess dieses Glas nur die zwischen *D* und *E* gelegenen Strahlen durch und zwar lag das Maximum der Durchlässigkeit näher an *E* als an *D* und hatte ungefähr eine Wellenlänge von 0,000548 *mm*. Da dies zugleich auch die hellste Stelle des Spektrums ist, eignet sich der obige Werth gut zur Berechnung der Grösse des ersten dunklen Ringes.

Die theoretischen und die experimentell gefundenen Werthe sind in so naher Uebereinstimmung, als man bei der nur näherungsweisen Bestimmung der Wellenlänge erwarten kann. Der Durchmesser des Scheibchens fand sich zu $^2/_3$ von dem des ersten dunklen Ringes und sein Rand war nicht scharf, sondern verblasste nach dem letzteren zu.

Ferner wurde auch der Durchmesser des ersten dunklen Ringes bei der vollen Oeffnung von 15 *cm* so gut, als es bei der Kleinheit möglich war, gemessen und fand sich zu 0,02 (mit einem mittleren Fehler von ungefähr 10°), während der von der Formel $2F/A \cdot 1{,}22\lambda$ gelieferte Werth 0,0202 *mm* ist. Auch hier stimmt demnach die Theorie mit dem Experiment.

Will man sich über die sehr schönen Interferenzphänomene in der Brennebene eines Objektivs unterrichten, die man erhält, wenn man zusammengesetzte Oeffnungen verchiedener Gestalt vor das Objektiv setzt, so lese man Sir John Herschel's Artikel „Licht" in der *Encyclopaedia Britannica* nach.

Man wird einsehen, dass ein Objektiv sehr sorgfältig und genau in Bezug auf Aberration korrigirt sein muss, wenn es das Scheibchen und die Ringe so gut zeigen soll, dass der Beobachter nicht in Zweifel ist, ob er wirklich auf die Brennebene eingestellt hat. Wenn z. B. ein Objektiv mit dem Oeffnungsverhältniss $^1/_{15}$ in dieser Beziehung so mangelhaft korrigirt wäre, dass die Differenz zwischen Rand- und Zentralstrahlen 3 *mm* betrüge, so würde der engste Strahlenquerschnitt 0,0052 *mm* Durchmesser besitzen und dies ist mehr als die Hälfte des Scheibchens, das unter idealen Verhältnissen entstehen würde. Das Scheibchen selbst würde dann zweifellos viel grösser ausfallen als bei einem vollkommen korrigirten Objektiv. Eine noch stärkere sphärische Aberration würde auf jeden Fall schädlich sein und zwar um so mehr ins Gewicht fallen, je grösser die Oeffnung ist. (Schluss folgt.)

Ein neues Gewichtsaräometer.

Von
Dr. **Theodor Lohnstein** in Berlin.

Die Bestimmung des spezifischen Gewichtes der Flüssigkeiten mit Hilfe der gewöhnlichen Skalenaräometer leidet bekanntlich an dem Uebelstand, dass durch die Kapillaritätskräfte von der Spindel eine Flüssigkeitsmenge gehoben wird, deren wechselnde Grössenverhältnisse die Angaben der Instrumente in mehr oder weniger erhehlicher Weise beeinflussen. Eine Folge dieses Umstandes ist es, dass, wenn man sich vorsetzte, mit einem Instrument das Intervall von $s = 0{,}700$ bis $s = 2{,}000$ zu umfassen, und wenn man gleichzeitig eine beträchtlichere Genauigkeit, beispielsweise bis zur dritten Dezimalstelle einschliesslich, erstrebte, man dem Instrument eine unverhältnissmässig lange Spindel und ein entsprechend grosses Gewicht geben müsste. Bezeichnet nämlich r den Halbmesser der Spindel, P das Gewicht des Instrumentes, so ist die Skalenlänge — von den feineren Korrektionen der Temperatur und der Luftdichte soll hierbei abgesehen werden — gegeben durch den Ausdruck $P/r^2\,\pi\,(1/s_1 - 1/s_2)$, wobei der Querschnitt des Schaftes des Instrumentes als kreisförmig vorausgesetzt ist und s_1 und s_2 das kleinste und grösste spezifische Gewicht sind, für welche das Aräometer berechnet ist. Soll die Skale die dritte Dezimalstelle noch berücksichtigen, und nimmt man an, dass die Theilstriche der Skale in der Umgebung von $s = 1{,}000$ um 1 *mm* entfernt seien, unter welcher Voraussetzung sie in der Nähe von $s = 2{,}000$ nur um $^1/_4$ *mm* von einander abständen, so wäre also P annähernd $= 100\,r^2\pi\,g$ (r in Zentimetern ausgedrückt), und die Skalenlänge für $s_1 = 0{,}700$ und $s_2 = 2{,}000$ gleich 93 *cm*. Frei steht uns jetzt noch die Wahl von r. Für sie ist das Bestreben maassgebend, den Einfluss der Kapillarität möglichst zu verringern. Wir wollen annehmen, dass die Ablesung im Niveau der horizontalen Flüssigkeitsoberfläche erfolgt, und dass das Instrument auf Grund einer (in gewöhnlicher Weise gemessenen) Kapillaritätskonstante α_0 — deren Werth vorläufig unbestimmt bleiben möge — unter der Voraussetzung vollständiger Benetzung der Spindel geaicht worden ist. Ist α nun die Kapillaritätskonstante der auf ihr spezifisches Gewicht zu untersuchenden Flüssigkeit, ϑ das Komplement des „Randwinkels" der letzteren mit Glas, s' das scheinbare, d. h. bei der dargelegten Ablesungsart vom Instrument angegebene spezifische Gewicht der Flüssigkeit, s das wahre, so ist:

$$\frac{s'-s}{s'} = \frac{\alpha_0 - \alpha\sin\vartheta}{\alpha_0 + \dfrac{P}{2r\pi}}.$$

Da nach dem Obigen $P = 100\,r^2\pi$, so folgt:

$$\frac{s'-s}{s'} = \frac{\alpha_0 - \alpha\sin\vartheta}{\alpha_0 + 50\,r}.$$

Da es, bei der Kleinheit der Kapillaritätskonstanten der meisten Flüssigkeiten im Vergleiche zu der des reinen destillirten Wassers und der dem Anspruche an das Maximum der Oberflächenspannung nur selten genügenden Beschaffenheit der gewöhnlichen Flüssigkeitsoberflächen, unvortheilhaft ist, für α_0 die Kapillaritätskonstante 7,5 *mg / mm* des reinen destillirten Wassers zu wählen, so wollen wir annehmen, es sei das Instrument auf Grund des Werthes $\alpha_0 = 5$ *mg / mm* geaicht worden. Es wird sich dann die Differenz $\alpha_0 - \alpha\sin\vartheta$ im allgemeinen zwischen den Grenzen -3 und $+3$ *mg/mm* bewegen, also $(s'-s)/s'$ angenähert in den Grenzen $\pm 0{,}03/50\,r$ variiren. Bei einem Instrument, das die dritte Dezimalstelle des spezifischen Gewichts anzeigen soll, wird man verlangen können, dass

$(s' - s)/s'$ seinem absoluten Betrage nach nicht grösser als 1 / 2000 sei. Daraus folgt, dass $r > 1{,}2\ cm$ sein müsste, wenn man ein Instrument mit den eingangs erläuterten Eigenschaften konstruiren wollte. Das Volumen dieses Instrumentes bis zu dem $s = 1{,}000$ entsprechenden Theilstrich würde hiernach etwa 450 *ccm*, und sein Gesammtvolumen also etwa 640 *ccm* betragen!

Es bedarf keiner weiteren Ausführung, dass ein derartiges Instrument praktisch sehr wenig brauchbar wäre. Noch ungünstiger gestalten sich die Verhältnisse, wenn man Aräometer herstellen will, welche noch die vierte Dezimalstelle anzeigen. Ein solches, welches das Intervall von 1,0000 bis 1,1000 umfassen sollte, müsste, die Abstände der Skalenstriche bei $s = 1{,}0000$ zu $^1/_2\ mm$ angenommen, eine Schaftlänge von etwa 460 *mm* haben; für r würde sich, den Fehler dem absoluten Betrage nach kleiner als 1/20000 vorausgesetzt, der stattliche Betrag von 29 *mm* ergeben und das Gewicht des Instrumentes hätte die respektable Grösse von etwa 13 *kg.*[1])

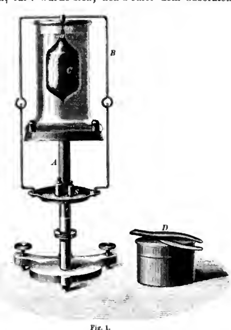


Fig. 1.

Die im Vorstehenden dargelegten Uebelstände der Skalenaräometer hätten wahrscheinlich schon längst zu einer ausgedehnteren Anwendung der Gewichtsaräometer geführt, wenn man ein Mittel gehabt hätte, den Einfluss der Kapillarität zu eliminiren und wenn man nicht in der Mohr'schen bezw. Westphal'schen Waage, sowie in dem Reimann'schen Patentkörper einen in vielen Fällen ausreichenden Ersatz gehabt hätte, nämlich in allen den Fällen, wo man sich mit der dritten Dezimale begnügen kann. Die Westphal'sche Waage giebt einen Ausschlag sogar noch bei Belastungsdifferenzen, die der vierten

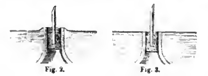
[1]) Es ist vielleicht nicht ohne Interesse, die einfachen Formeln hierher zu setzen, die den Zusammenhang zwischen den Dimensionen des Aräometers und der Genauigkeit seiner Angaben bestimmen. Es seien s_1 und s_2 die den beiden Endpunkten der Skale entsprechenden spezifischen Gewichte, $1/N$ das durch jeden Skalenstrich dargestellte Inkrement des spezifischen Gewichts, h_1 die Entfernung zweier aufeinanderfolgenden Skalenstriche bei s_1, V_1 das Volumen des Instruments bis zum Striche s_1, $\pm A$ die äussersten als möglich angenommenen Werthe des Ausdrucks $\alpha_0 - \alpha \sin\vartheta$, L die Länge der Skale; es werde ferner gefordert, dass der Fehler in s nie mehr als $1/2N$ betragen dürfe; alsdann ist:

$$L = Nh_1 s_1^2 (1/s_1 - 1/s_2),$$
$$V_1 = Nr^2 \pi h_1 s_1,$$
$$rh_1 > 4 A s_2^2.$$

Dementsprechend sind, wenn man mit handlichen Skalenaräometern die vierte Dezimale gesichert erhalten will, ganze Sätze aneinander sorgfältig anzuschliessender Aräometer nothwendig und thatsächlich in Gebrauch. Aus wie viel Einzelinstrumenten ein solcher Satz bestehen muss, wenn man nur das im Text angegebene Intervall umfassen will, kann man sich leicht berechnen.

Dezimalstelle entsprechen, aber aus Gründen[1]), die hier nicht näher erörtert werden sollen, ist diesen Ausschlägen kein Werth beizulegen, und wahrscheinlich in richtiger Erkenntniss dieses Umstandes haben die Verfertiger derartiger Instrumente nie mehr als die dritte Dezimalstelle für dieselben in Anspruch genommen. —

Im Folgenden soll nun ein Gewichtsaräometer beschrieben werden, welches, das Intervall von 0,7000 aufwärts bis 2,0000 umfassend (an sich ist der oberen Grenze der spezifischen Gewichte übrigens hier kein Ziel gesetzt), gestattet, das spezifische Gewicht der Flüssigkeiten mit beliebiger Genauigkeit zu ermitteln. Vorläufig sind die Dimensionen des zugehörigen Schwimmkörpers so gewählt worden, dass die Genauigkeit die vierte Dezimalstelle nach dem Komma mit Leichtigkeit einschliesst. Der wesentliche Theil des Instrumentes ist der gläserne Hohlkörper *C*, der oben mit einem scharfkantig abgeschliffenen Rande *a* endigt. An diesem ist in der Weise, wie die nebenstehende Figur 1 es zeigt, eine zur Aufnahme von Gewichten bestimmte Schale *S* befestigt. Hierdurch ist erreicht, dass der Glaskörper nicht minder bequem in den auf dem Stativ *A* befindlichen zur Aufnahme der zu untersuchenden Flüssigkeit bestimmten Zylinder gebracht, als aus ihm entfernt werden kann, ohne dass ein Betropfen der Schale *S* befürchtet zu werden brauchte.[2]) Zum Verständniss der Eigenart dieses Glaskörpers diene Folgendes. Belastet man ihn so viel, dass er von der Flüssigkeit an einer Stelle seines Halses benetzt wird, so wird sich in gewöhnlicher, bekannter Weise eine Kapillaritätsfläche an die Berührungslinie des Schwimmkörpers und der Flüssigkeit anschliessen. Belastet man den Apparat nun allmälig mehr, so wird diese Berührungslinie nach oben rücken, bis schliesslich eine Lage erreicht ist, bei welcher sie mit der äusseren scharfen Kante des Schwimmerrandes zusammenfällt. (Fig. 2). Weiter fortgesetzte Belastung hat jetzt den Effekt, die Kapillaritätsfläche mehr und mehr abzuflachen, so dass endlich, eine entsprechende Massenvertheilung des Apparates vorausgesetzt, eine Anordnung erreicht wird, bei welcher die äussere scharfe Kante des Schwimmkörpers von einem glatten horizontalen Flüssigkeitsspiegel umgeben ist, der also die Fortsetzung der Ebene des Schwimmerrandes darstellt. (Fig. 3).


Fig. 2. Fig. 3.

Der Eintritt dieser Lage lässt sich dadurch konstatiren, dass die von der freien Oberfläche der Flüssigkeit entworfenen Spiegelbilder geradliniger Gegenstände auch an der äusseren Kante des Schwimmerrandes überall geradlinig erscheinen. Jetzt ist offenbar der Einfluss der Kapillarität eliminirt, es gilt das Archimedische Prinzip in voller Strenge. Bei weiterer vorsichtiger Belastung wird sich bei *a* in der durch Fig. 4 veranschaulichten Weise eine konvexe Krümmung ausbilden; der Reflex an einer solchen Flüssigkeitsoberfläche ist natürlich von dem an konkaver Oberfläche stattfindenden total verschieden; und eine Verwechselung beider ist vollständig ausgeschlossen. Damit ist das Mittel gegeben zu entscheiden, ob eine Ueberlastung des Schwimmkörpers eingetreten ist oder nicht. Nun wird sich nicht immer eine Massenvertheilung realisiren lassen, wie sie der durch Fig. 3 dargestellte Gleichgewichts-


Fig. 4.

[1]) Vgl. F. Kohlrausch und W. Hallwachs, *Wied. Ann.* **50.** *S. 115. (1893.)*

[2]) Um die Drehung der Schale um die durch die beiden Haken bestimmte Axe zu eliminiren, sind dieselben neuerdings durch Hülsen ersetzt worden, in welche *S* eingehängt wird.

zustand voraussetzt, eine solche nämlich, bei welcher der geometrische Schwerpunkt des Aräometerkörpers und der Massenmittelpunkt des Apparates in einer zur Ebene des Schwimmerrandes normalen Geraden sich befinden. Aber auch dann lassen sich noch mit Leichtigkeit beliebig viele Anordnungen finden, bei denen die Kapillarität ihres störenden Einflusses auf die Angaben des Instrumentes beraubt ist. Bei allmäliger Belastung des letzteren tritt nämlich dann zunächst der Fall ein, dass an allen Stellen der Kante eine konkave Kapillaritätsfläche vorhanden ist und nur an einer Stelle die Flüssigkeit in einer Horizontalen an den Schwimmkörper herantritt. Belastet man jetzt weiter, so wird sich an letzterer Stelle und in ihrer unmittelbaren Umgebung eine konvexe Krümmung der freien Flüssigkeitsoberfläche ausbilden, während die übrigen Theile ihre konkave Krümmung beibehalten. So resultirt schliesslich eine Anordnung, bei welcher an der einen Hälfte der erwähnten Randkante die Flüssigkeitsoberfläche mit konvexer, an der andern Hälfte mit konkaver Krümmung erscheint. (Fig. 5.) Es braucht wohl nicht strenge nachgewiesen zu werden, dass auch hierbei der Einfluss der Kapillarität verschwindet. Entsprechend den unzählig vielen denkbaren Neigungen der Ebene des Schwimmerrandes gegen den Horizont giebt es solcher Anordnungen, bei denen ebenfalls das Archimedische Prinzip in voller Strenge gilt, eine unendlich grosse Zahl. Da es sich empfiehlt, für sie einen besonderen Namen einzuführen, so möchte ich dafür die Bezeichnung „Archimedische Aräometer-Anordnung“ in Vorschlag bringen.


Fig. 5.

Eine dritte Art der Benutzung des Instrumentes wäre endlich noch die, dass man die beiden Lagen ermittelt, wo einmal bei sonst konkaver, das andere Mal bei sonst konvexer Krümmung der Kapillaritätsfläche die Flüssigkeit nur an einer Stelle in einer Horizontalen den Rand des Schwimmers erreicht und dass man den Mittelwerth der zugehörigen Angaben des Instruments verwendet.

Um eine „Archimedische Anordnung“ zu erzielen, muss die Schale S durch eine gewisse Belastung beschwert werden. Dieselbe besteht aus Gewichtsstücken, welche sich in dem Kasten D befinden. Die einzelnen Stücke des Satzes sind mit Bezeichnungen versehen, welche das spezifische Gewicht der Flüssigkeit in der unten genauer erklärten Weise abzulesen gestatten.

Die Genauigkeit des Aräometers ist abhängig von dem Halbmesser des Schwimmerrandes und von dem Volumen des Schwimmkörpers. Zwar wenn die eben erläuterten Arten der Einstellung ohne jeden Fehler möglich wären, käme es nur darauf an zu bestimmen, welches die kleinsten Gewichtsstücke wären, die sich noch handlich für unseren Zweck anfertigen liessen. Man muss jedoch wie überall so auch hier dessen eingedenk bleiben, dass der Schärfe unserer Beobachtung eine Grenze gesetzt ist. Wir wollen, um uns von dem Zusammenhang der Dimensionen des Schwimmkörpers mit der Präzision seiner Angaben eine Vorstellung zu bilden, annehmen, dass die oben beschriebene Archimedische Anordnung realisirt sei, bei welcher die Flüssigkeitsoberfläche den Rand des Schwimmkörpers in Gestalt einer glatten Horizontalebene umgiebt. Wir denken uns nun die Belastung des Instrumentes durch das Zusatzgewicht g vermehrt, und werfen die Frage auf, welches der Betrag der konvexen Krümmung sei, die sich hierdurch an der äusseren Kante des Schwimmerrandes ausbildet. Ist y die in Millimetern ausgedrückte Senkung unter das Niveau der freien Flüssigkeitsoberfläche, welche dadurch die Randebene des Schwimmkörpers erfährt, s das spezifische Gewicht der Flüssigkeit, λ die Dichte der Luft,

a die in Millimetern gemessene Entfernung der Kuppe eines sehr breiten kreisrunden Tropfens der Flüssigkeit von der Ebene seiner grössten Breite, ϑ der Winkel, den das Element der Meridiankurve der durch die Belastung g erzeugten Kapillaritätsfläche mit der Horizontalen bildet, so ist:

$$g = (s - \lambda)(r^2 \pi y + r \pi a^2 \sin \vartheta).$$

Bezeichnet ferner ρ den Krümmungshalbmesser der Kurve in dem erwähnten Element, so ist nach der Kapillaritätstheorie:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{\sin \vartheta}{r} + \frac{2}{a^2} y.$$

Trägt man dies in die vorstehende Gleichung ein, so folgt:

$$g = (s - \lambda) r^2 \pi (a^2/\rho - y).$$

$(s - \lambda) r^2 \pi y$ ist nun ein bestimmter Bruchtheil von g, da $r^2 \pi y$ einen Theil desjenigen Volumens ausmacht, das, mit $s - \lambda$ multiplizirt, $= g$ ist. Setzen wir also $(s - \lambda) r^2 \pi y = \varepsilon g$, so ist $\varepsilon < 1$, und zwar ist ε eine Grösse, die sich stetig mit r und a ändert (von ϑ ist sie für unendlich kleine ϑ unabhängig), für $r = 0$ ist $\varepsilon = 0$ und für $r = \infty$ ist $\varepsilon = 1$. Führen wir die so definirte Grösse ε in unsere letzte Gleichung ein, so folgt:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{g(1 + \varepsilon)}{(s - \lambda) r^2 \pi a^2}.$$

Für destillirtes Wasser ist $(s - \lambda) a^2 = 15\ mg/mm$; für $2r = 5\ mm$ ist bei dem entsprechenden Werth von a ε = etwa $1/4$, wie ich durch eine transzendente Rechnung festgestellt habe. Ist $g = 1\ mg$, so ergiebt sich hiernach:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{5}{4 \cdot 15 \cdot 20} = \frac{1}{240};$$

es ist also $\rho = 240\ mm$; eine solche Krümmung dürfte man ohne Mühe wohl noch erkennen. Betrachtete man sie als das äusserste noch zu erreichende, so würde dies, das Volumen des Schwimmkörpers zu $50\ ccm$ angenommen, eine Unsicherheit von zwei Einheiten der fünften Dezimalstelle bedeuten. Es sind hierbei übrigens schon denkbar ungünstige Verhältnisse angenommen, denn für die meisten Flüssigkeiten hat die Grösse $a^2(s - \lambda)$ einen viel geringeren Werth als für destillirtes Wasser. Für absoluten Alkohol ist sie z. B. etwa gleich 5, und da mit ihrer Abnahme obenein ε wächst, so würde bei derselben Belastung von $1\ mg$ hier eine mehr als dreifach so grosse Krümmung wie beim destillirten Wasser erzeugt werden.

Aus dem Vorstehenden erhellt, dass unser Aräometer die bisherigen Instrumente dieser Art an Leistungsfähigkeit übertrifft. Bei seiner Genauigkeit darf natürlich die Temperaturkorrektion nicht vernachlässigt werden. Dieselbe ist jedoch, wenn man sich mit der vierten Dezimalstelle begnügt, ziemlich einfach, da dann nur die Volumenänderung des Schwimmkörpers berücksichtigt zu werden braucht, während die Aenderungen, welche der Luftauftrieb der übrigen Theile des Apparats durch den Wechsel der Temperatur erleidet, vollständig vernachlässigt werden können. Das Gewicht der Belastungsvorrichtung ist so gewählt, dass der unbelastete Schwimmer bei 15° in einer Flüssigkeit vom spezifischen Gewicht 0,7000 in einer „Archimedischen Anordnung" schwimmen würde. Soll dasselbe in einer schwereren Flüssigkeit stattfinden, so müssen dem Kasten D Gewichtsstücke entnommen und auf S gelegt werden. Dieselben sind ebenfalls für die Temperatur 15° justirt. Der Gewichtssatz besteht aus 17 einzelnen Stücken; dieselben entsprechen der Reihe nach Zuwächsen des spezifischen Gewichts um

1)	0,5	0,3	0,2	0,2	0,1
2)		0,05	0,02	0,02	0,01
3)		0,005	0,002	0,002	0,001
4)		0,0005	0,0002	0,0002	0,0001

Die einzelnen Stücke tragen die zugehörigen Bezeichnungen. Der Vorgang ihrer Entnahme aus dem Kasten schliesst sich eng an das Verfahren bei einer gewöhnlichen Wägung an. Das spezifische Gewicht berechnet sich daraus in einfachster Weise. Waren z. B. zur Herstellung der Archimedischen Anordnung auf die Schale zu legen die beiden ersten Stücke der Reihe 1, das erste und letzte Stück der Reihe 3, das letzte Stück der Reihe 4, so hat die untersuchte Flüssigkeit das spezifische Gewicht:

$$0{,}7000 + 0{,}5 + 0{,}3 + 0{,}005 + 0{,}001 + 0{,}0001 = 1{,}5061.$$

Dabei ist vorausgesetzt, dass die Flüssigkeit die Temperatur 15° habe. Fand die Messung bei $t°$ statt, so muss man die in vorstehender Weise erhaltene Zahl noch mit $1 - 0{,}000025\,(t - 15)$ multipliziren, um das wahre spezifische Gewicht abzuleiten.[1]) Der lineare Ausdehnungskoeffizient des Glases ist dabei mit 0,000085 in Rechnung gebracht.

Ein Umstand endlich, dem noch bei der Konstruktion des Instruments die Aufmerksamkeit zuzuwenden war, bestand darin, zu verhindern, dass in Folge unvorsichtiger Belastung ein Zusammenschlagen der Flüssigkeit über der scharfen Kante des Schwimmkörpers stattfinde. Dazu dient neben einem Füllstrich, der an dem die Flüssigkeit enthaltenden Zylinder angebracht ist, die am Fusse des Stativs befindliche Vorrichtung. Dieselbe besteht aus dem (in Fig. 1 unter S verborgenen) Tischchen t, welches durch die Schraube v in vertikaler Richtung auf- und ab bewegt werden kann. Vor jeder Auflegung eines Gewichtsstückes wird t so hoch geschraubt, dass auch bei Ueberlastung die scharfe Kante des Schwimmers mit konkav gekrümmter Kapillarfläche, also über das Niveau hinausragend, festgehalten wird. Nachdem das betreffende Stück aufgelegt ist, wird t durch v vorsichtig gesenkt, und man beobachtet, ob die scharfe Kante in einer „Archimedischen Anordnung" stehen bleibt oder nicht. Die Ueberlastung zeigt sich dadurch an, dass bei hinreichender Senkung von t allseitig am oberen Rande des Schwimmers eine konvexe Krümmung erscheint. — Die Arretirungsvorrichtung ermöglicht es, wie aus der Beschreibung wohl deutlich ist, die Messung des spezifischen Gewichts

[1]) Die Temperatur wird mit einem vom Beginn der Messung an in der Flüssigkeit befindlichen Thermometer gemessen.

Anmerkung. Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, dass sich nach dem in obigem Aufsatze dargelegten Prinzip für jedes beliebige beschränkte Intervall Aräometer herstellen lassen. Dieselben haben vor dem im Text beschriebenen Instrument den Vorzug, dass die zur Aufnahme der Gewichte bestimmte Schale am oberen Ende angebracht werden kann, da alsdann für die Stabilität durch Auflegen der Belastung keine Gefahr entsteht, und dass man in Folge dessen keines Stativs für den Zylinder benöthigt. — Endlich soll noch darauf hingewiesen werden, dass sich nach unserem Prinzip der scharfen Kante auch Nicholson'sche Aräometer zur Bestimmung des spezifischen Gewichts fester Körper konstruiren lassen. Wenn hierbei natürlich auch nicht die Genauigkeit erzielt werden kann wie bei der Bestimmung der Dichte der Flüssigkeiten, so lässt sich immerhin dieselbe Genauigkeit erreichen wie beim pyknometrischen Verfahren, dem es an Schnelligkeit der Ausführung überlegen ist. Um den Fortschritt gegenüber den gewöhnlichen Nicholson'schen Aräometern mit einfacher Strichmarke zu kennzeichnen, erinnere ich nur an die eben zitirte Bemerkung von F. Kohlrausch und W. Hallwachs, welche fanden, dass ein Platindraht von nur $^1/_{20}$ *mm* Dicke immer noch eine Unsicherheit der Belastung im Betrage von 1 *mg* ergiebt.

schnell und bequem zu vollenden. In fünf Minuten ist die Bestimmung durchgeführt, in Anbetracht ihrer grossen Genauigkeit gewiss keine lange Zeit.

Der vorstehend beschriebene Apparat ist durch Deutsches Reichs-Patent No. 73908 geschützt; seine Herstellung hat die hiesige Firma L. Reimann übernommen.

Ueber eine neue Art von Objektivfassungen.

Von
Dr. R. Steinheil in München.

Je grösser Objektive sind, desto unangenehmer macht es sich bemerkbar, dass man die Objektivfassung nicht aus einem Material herstellen kann, welches denselben Ausdehnungskoeffizienten besitzt wie Glas. Messing, welches früher fast ausschliesslich zu Fassungen verwendet wurde, ist bei den Fassungen von grossen Objektiven durch Stahl ersetzt worden, da der Ausdehnungskoeffizient dieses Metalles dem des Glases bedeutend näher liegt. Doch muss auch bei der Stahlfassung eine Vorrichtung angebracht werden, welche die ungleiche Ausdehnung von Stahl und Glas unschädlich macht. Diese Vorrichtung besteht darin, dass aus der Seite der Fassung ein Stück herausgenommen ist, und an dessen Stelle ein anderes passendes Stück durch eine Feder lose gegen den Rand des Objektives gedrückt wird. Die Feder hat dann die Aufgabe, die ungleiche Ausdehnung von Glas und Fassungsmaterial zu reguliren; sie wird dies auch ganz gut thun, da die Kraft, mit welcher sie das lose Stück der Fassung gegen den Objektivrand drückt, ausserordentlich klein ist gegenüber den Molekularkräften, welche das Ausdehnen und Zusammenziehen im Glas und Stahl bei Temperaturänderungen bewirken. Die Feder wird deshalb bei sinkender Temperatur dem erhöhten Druck des Glases nachgeben, bei steigender Temperatur aber durch ihre eigene Kraft dem scheinbar zurückweichenden Glase folgen. In dieser Beziehung wäre also gegen die Art der Ausdehnungsregulirung nichts einzuwenden, wenn sie nicht einen anderen Nachtheil mit sich brächte, die Störung der Zentration. Die verschiedenen Glasarten besitzen bekanntlich stark von einander abweichende Ausdehnungskoeffizienten. Besteht also ein Objektiv aus einer Flint- und einer Kronglaslinse, so wird bei steigender Temperatur letztere sich stärker ausdehnen als erstere; die Korrektur durch die Feder wirkt aber nur an einer Stelle des Linsenumfangs, also muss die Mitte der Kronglaslinse weiter aus der optischen Axe rücken als die Mitte der Flintglaslinse. Dieses Auseinanderrücken der Mitten wird aber nicht in parallelen Ebenen stattfinden, so dass die beiden Linsen auch noch gegen einander geneigt werden und die Zentration des Objektivs vollständig gestört wird.

Es wird sich also darum handeln, eine Objektivfassung anzufertigen, welche eine Verspannung des Glases bei Temperaturänderungen ausschliesst, ohne die Zentration zu gefährden. Die Ausdehnungsregulirung muss an verschiedenen einander gegenüberliegenden Punkten des Linsenumfanges stattfinden. Da ein Material, welches die gleiche Ausdehnung wie Glas besitzt, für die Fassung, wie erwähnt, nicht zur Verfügung steht, so müsste zwischen Glas und Fassung eine Schicht gelagert werden, welche die ungleichmässige Regulirung ausgleicht. Wählt man hierzu einen weichen Körper, wie Pech oder Kolophonium, so wird eine Verspannung des Glases wohl vermieden werden können, nicht aber ein Wackeln

des Objektivs in der Fassung, wenn das Objektiv einmal niedrigen Temperaturen ausgesetzt war und wieder erwärmt wird. Das einzig Richtige wird also ein ganz festes Material sein, welches sich gerade soweit ansdehnt, als die Ansdehnungsdifferenz zwischen Stahl und Glas beträgt. Dass dieses Material nicht ringförmig zwischen Glas nnd Fassung liegen darf und kann, ist von vorne herein klar, denn dann wäre dieses Material eben direkt dasjenige, aus welchem man die Fassung machen könnte. Macht man aber den inneren Durchmesser der Fassnng grösser als die Objektivscheibe, so kann man zwischen Fassnng und Glas Stäbchen (oder Klötzchen) gleich den Speichen eines Rades einfügen, welche den Ausgleich der verschiedenen Ausdehnungen bewirken. Denn es ist bekannt, dass die Grösse der Ansdehnung, welche ein Körper durch Temperaturzunahme erleidet, ausser von der Temperatur und vom Ausdehnungskoeffizienten auch von der Länge des Körpers abhängig ist, wenn wir hier der Einfachheit halber nur lineare Ansdehnung betrachten, d. h. nur die Vorgänge in einer durch den Körper gelegten Ebene und da nur in einer bestimmten Richtung beobachten wollen. Es verlängert sich dann ein Körper von der Länge l und dem Ausdehnungskoeffizienten α bei einer Temperaturzunahme von t° um den Betrag: $l \cdot \alpha \cdot t$. — Für unseren Fall ist beim Glas als Länge der Radius der Scheibe r und beim Fassungsmaterial der Radius der inneren Fläche der Fassnng ρ zu nehmen, da sich Ringe bekanntlich ebenso ausdehnen wie massive Scheiben vom gleichen Radius.

Nennen wir noch γ den Ausdehnungskoeffizienten des Glases, φ jenen des Fassungsmaterials nnd σ den gesuchten Ausdehnungskoeffizienten der vorerwähnten Stäbchen, deren Länge gleich der Radiendifferenz $(\rho - r)$ von Fassung und Glasscheibe wird, so können wir direkt schreiben, es soll sein:

$$\rho \cdot \varphi \cdot t - r \cdot \gamma \cdot t = (\rho - r)\,\sigma \cdot t,$$

oder:

$$\sigma = \frac{\rho\varphi - r\gamma}{\rho - r}.$$

Setzt man jetzt den Radius r der Glasscheibe gleich 1, so hat man:

$$\sigma = \frac{\rho\varphi - \gamma}{\rho - 1}.$$

Hierin ist offenbar $\rho - 1 = l$ die Länge der zu verwendenden Stäbchen; setzen wir l ein, so erhalten wir:

$$\sigma = \frac{(l+1)\,\varphi - \gamma}{l} = \varphi + \frac{\varphi - \gamma}{l}.$$

Würde man also eine bestimmte Länge der Stäbchen annehmen, so könnte man aus dieser Formel den Ausdehnungskoeffizienten und damit das Material finden, aus welchem die Stäbchen hergestellt werden müssten. Einfacher wird die Sache, wenn wir sagen, wir nehmen ein bestimmtes Material an und bestimmen dann die Länge, welche die Stäbchen erhalten sollen. Zu diesem Zweck schreiben wir unsere Formel in der Form:

$$l = \frac{\varphi - \gamma}{\sigma - \varphi}.$$

Aus derselben sieht man direkt, dass man die Stäbchen um so kürzer nehmen kann, je mehr sich die Ausdehnungskoeffizienten von Glas und Fassnng einander gleichen, und je mehr sich Stäbchen und Fassnng bezüglich ihrer Ausdehnungskoeffizienten unterscheiden.

Ebenso leicht sieht man aus der Formel, dass für dasselbe Glas und dasselbe Fassungsmaterial die Länge der Stäbchen umgekehrt proportional dem Unterschied der Ausdehnungskoeffizienten von Stäbchen und Fassung ist.

Die Formel giebt die Stäbchen gemäss der gemachten Voraussetzung in Einheiten des Radius der Glasscheibe.

Als Beispiel wollen wir die Stäbchenlänge für ein Objektiv von 50 *cm* Durchmesser berechnen, welches aus den folgenden Glasarten hergestellt sei:

Gewöhnliches Silikatflint, im Glaswerk Jena mit *O* 544 bezeichnet.

Gewöhnliches Silikatkron, im Glaswerk Jena mit *O* 1022 bezeichnet.

Natürlich müssen wir für das Kronglas nnd für das Flintglas die Länge der Stäbchen getrennt berechnen.

Für das Flint 544 haben wir den Ausdehnnngskoeffizienten [1] $\gamma = 0{,}00000788$. Die Fassung sei ans Gnsseisen vom Ansdehnnngskoeffizienten $\varphi = 0{,}00001061$, während die Stäbchen aus Zink vom Ausdehnungskoeffizienten $\sigma = 0{,}00002918$ hergestellt werden sollen; wir haben also:

$$l = \frac{1061 - 788}{2918 - 1061} = \frac{273}{1857} = 0{,}147.$$

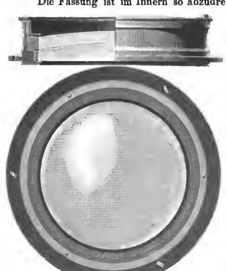
Der Radius der Flintglasscheibe war aber zu 25 *cm* angenommen, folglich müssen die Stäbchen 3,675 *cm* lang sein.

Für das Kronglas 1022 haben wir den Ausdehnungskoeffizienten $\gamma = 0{,}00000954$, was bei demselben Material für Stäbchen und Fassung zu einer Länge der Stäbchen führt von:

$$l = \frac{1061 - 954}{1857} = \frac{107}{1857} = 0{,}05762.$$

Die das Kronglas nmgebenden Stäbchen müssen also 1,44 *cm* lang sein.

Die Fassung ist im Innern so abzudrehen, dass sie drei Abstnfnngen erhält.



Der weiteste innere Durchmesser der Fassung, d. h. der Raum, in welchen die Flintscheibe zu liegen kommt, wird 57,35 *cm*, der Durchmesser der zweiten Abstufung, welche mit der Kronlinse zusammenfällt, wird 52,88 *cm* gross sein müssen, der Durchmesser der dritten Abstufung endlich wird um soviel kleiner sein als 50 *cm*, als für die Auflage erforderlich ist. Es wird vollständig genügen, wenn zwischen Scheibe nnd Fassung drei Stäbchen, je 120° von einander entfernt, zn liegen kommen. Im Durchschnitt und von oben gesehen wird sich also die Fassung in folgender Form zeigen:

Die Gläser können von oben ganz in der bisher üblichen Form gehalten werden, die Fassung muss nnr im Durchmesser um etwa $^1/_7$ grösser werden als gewöhnliche Fassungen, was bei ohnedies grossen Objektiven, und nur solche können ja hier in Betracht kommen, sicherlich nicht schwer ins Gewicht fällt.

[1]) Die Ausdehnungskoeffizienten sind den Tabellen von Landolt und Börnstein entnommen.

Um festzustellen, wie stark sich Fehler im Einhalten der Stäbchenlänge bei Herstellung der Fassung geltend machen, wollen wir annehmen, das Flintglas des von uns gewählten Objektives würde in Fassung einem Temperaturunterschied von 30° C. ausgesetzt. (In unseren Breiten sind Objektive, welche zu Beobachtungen am Himmel dienen, im Laufe des Jahres einem doppelt so grossen Temperaturunterschied ausgesetzt.)

An einer Stelle des Umfanges wird sich das Glas unter unserer Voraussetzung ausdehnen um:

$$r \cdot \gamma \cdot t = 25 \times 30 \times 0{,}00000788\ cm = 59{,}1\ \mu.$$

Die Fassung wird sich an dieser Stelle ausdehnen um:

$$\rho \cdot \varphi \cdot t = 28{,}675 \times 30 \times 0{,}00001061\ cm = 91{,}3\ \mu.$$

Der Unterschied zwischen der Ausdehnung von Glas und Fassung würde also 32,2 μ betragen. Wie sich auch das an dieser Stelle lagernde Stäbchen von der richtigen Länge 3,675 ausdehnen würde um:

$$l \cdot \sigma \cdot t = 3{,}675 \times 0{,}00002918 \times 30\ cm = 32{,}2\ \mu.$$

Hätte das Stäbchen die Länge 3,7 *cm*, so würde es sich um 32,4 μ ausdehnen, d. h. der Ausdehnungsunterschied würde nur 0,2 μ betragen. Läge das Flintglas in der Fassung eingepasst (ohne die Stäbchen), so würde sich die Fassung um 79,6 μ ausdehnen, das Glas aber um 59,1 μ, der Unterschied würde 20,5 μ, also ungefähr das 100fache ausmachen von demjenigen, den wir durch die Ungenauigkeit des Stäbchens erhalten haben. Das Objektiv wäre also, auch wenn die Stäbchen noch ungenauer ausgeführt wären, einer weit geringeren Verspannungsgefahr ausgesetzt als in der Fassung direkt. Nun ist aber sicher, dass die Stäbchenlänge auf 0,1 *mm* getroffen werden kann, die Verspannungsgefahr also bei Ausschluss von Zentrationsstörungen auf ein Minimum reduzirt ist.

Ein neues Universalinstrument der Firma Fauth & Co. in Washington, D. C.

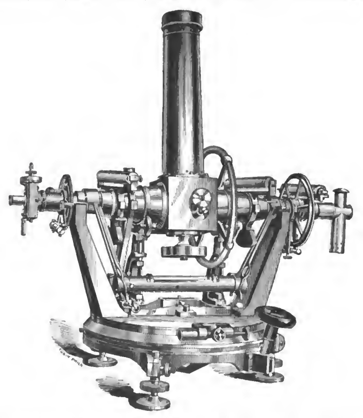
(Inhaber G. N. Saegmüller.)

Auf der Kolumbischen Weltausstellung in Chicago hatte die obengenannte Firma ein grosses transportables Universalinstrument ausgestellt, das in vielen Theilen dem von dem verstorbenen C. Bamberg eingeführten bezw. durchgebildeten Typus glich. So hatte das Instrument z. B. die von Bamberg auf Veranlassung des Kgl. Preuss. Geodätischen Instituts ausgeführte Anordnung eines Waagebalkens statt der früheren Form der Friktionsrollenträger; diese Anordnung ist zwar von der Firma Fauth & Co. angewendet worden, ohne dass sie Kenntniss von der Bamberg'schen Konstruktion hatte; immerhin ist aber die letztere zuerst in der Literatur bekannt geworden. In manchen anderen wesentlichen Punkten zeigte das Instrument aber Verschiedenheiten gegenüber den bekannten Formen, so dass einige Notizen über dasselbe interessiren dürften. Die Figur ist von der ausführenden Firma der Redaktion freundlichst zur Verfügung gestellt worden.

Das Instrument ist ganz aus Stahl; die Lagertheile sind gehärtet. Das Gewicht des Instrumentes beträgt 90 Pfund; es ist sehr stabil gebaut und behält, einmal justirt, für längere Zeit die richtige Aufstellung. Es kann in der gewöhnlichen Weise umgelegt werden und ferner, für Beobachtungen nach der Talcott'schen

Methode, um 180° gedreht werden; für letzteren Zweck besitzt das Instrument Theilkreis, Anschläge und zwei feine Libellen.

Das Instrument ist für die direkte Beobachtung und für photographische Registrirung eingerichtet. Für letztere Methode kann statt des Okularmikrometers eine photographische Kassette eingeschaltet werden; statt der direkten Beobachtung der Sterne sollen dann ihre Spuren auf der lichtempfindlichen Platte mittels Mikroskop und Mikrometer ausgemessen werden. Die Verfertiger sehen in dieser Einrichtung den grossen Vortheil, dass die Ablesungen der Libellen genau zur



Zeit des Sterndurchganges erfolgen können, während sie bei der direkten Beobachtung vorher oder nachher erfolgen.

Speziell in Bezug auf die Talcott'sche Methode ist indess auf diesen Vortheil kein allzu grosses Gewicht zu legen. Denn wenn die Niveaublase vor und nach der Mikrometereinstellung genau den gleichen Stand zeigt und sich bei beiden Ablesungen als völlig stillstehend erwiesen hat, wird man zweifellos zu der Annahme berechtigt sein, dass die Neigung auch in der kurzen Zwischenzeit von zwei Minuten ihren Betrag nicht verändert hat. War aber die Niveaublase in Bewegung, so wird man bei dem Mangel eines stabilen Zustandes ebenso wenig voraussetzen dürfen, dass die Blase in jedem einzelnen Moment die wahre

jeweilige Neigung anzeigt. Auch der sonstige Vortheil der photographischen Registrirung, dass dieselbe nicht Momentanbilder, sondern Aufzeichnungen ergiebt, welche in geringerem Grade von der Unruhe der Luft beeinflusst sind, erscheint im vorliegenden Falle nahezu irrelevant. Da nämlich der Mikrometerfaden, mit welchem man den Stern einstellt, parallel der Bahn des Sternes fortbewegt wird, so handelt es sich auch bei der direkten Beobachtung nicht um eine Momentanerscheinung, sondern um eine mehrere Sekunden andauernde Beurtheilung der scharfen Koinzidenz zwischen Stern und Faden, so dass auch bei der direkten Beobachtung eine erhebliche Herabminderung des Einflusses der Unruhe der Luft erfolgt. Erwägt man nun, dass man bei der direkten Beobachtung unmittelbar die Resultate erhält, bei der photographischen Registrirung aber erst auf dem Wege mühsamer Ausmessung der photographischen Aufzeichnungen, so unterliegt es keinem Zweifel, dass der vermeintliche Gewinn an Genauigkeit bei Anwendung der letzterwähnten Methode ausser Verhältniss zu dem erheblichen Mehraufwand an Arbeit steht.

Eine theoretisch unwesentlich, aber praktisch recht brauchbare Einrichtung ist der in der Figur sichtbare Ring, welcher bei den Manipulationen mit dem Instrument gute Dienste leistet.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Notiz über ein Röhrenniveau von variabler Empfindlichkeit.[1])

Von **Ludwig Mach** in Prag.

Der inneren Wand eines Libellenrohres ertheilt man bekanntlich die (schwach) tonnenförmige Gestalt durch Schleifen auf einem Stahldorne von derselben Form. Die Dicke dieses Dornes nimmt von seinen (genau gleich starken) Enden gegen die Mitte, entsprechend dem Radius, unter welchem die Röhre ausgeschliffen werden soll, allmälig zu. Bei sehr grossem Radius, also beim Schleifen von hoch empfindlichen Libellen, ist aus naheliegenden Gründen die Herstellung des Werkzeuges ausserordentlich schwierig. Das Schleifen erfordert nebst grosser Geduld beträchtliche mechanische Fertigkeit. Ich versuchte deshalb vor einiger Zeit, dieses umständliche Verfahren durch ein anderes recht einfaches zu ersetzen.

Von dem Gedanken ausgehend, dass ein an den beiden Enden fixirtes, in der Mitte, jedoch einseitig und senkrecht auf seine Axe, gedrücktes Glasrohr eine annähernd kreisbogenförmige Krümmung besitzt, führte ich die im Nachfolgenden näher beschriebene Libelle aus. Die Wand des Glasrohres gg (Fig. 1) trägt in der Mitte eine Bohrung, in welcher die Mutter eines feinen Stahlschräubchens s ($^1/_{40}$ mm Gangsteigung) eingelassen ist. Ein gut zylindrisches Rohr, das ganz wie die gewöhnlichen

Fig. 1.

Libellen eine Theilung und Aetherfüllung besitzt, wird an seinen Enden mit zwei aufgepassten, bogenförmigen Stahlstückchen m und n versehen. Diametral diesen beiden

[1]) Aus den *„Sitzungsberichten der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften zu Wien. Math.-Naturwissensch. Klasse. 1893. Juli“* vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

Klötzchen gegenüber und in der Mitte von $g_1 g_1$ befindet sich ein ganz ähnlich gearbeitetes Stück *o*. Dieses Rohr wird in das erstere eingeschoben und mit Hilfe des in *o* eingreifenden Schräubchens *s* gedrückt. Da bei der ganzen Pressungsvorrichtung ausser Glas nur Stahl in Stücken von sehr geringer Ausdehnung verwendet wurde, so ist die Aenderung der Krümmung durch Temperaturschwankungen auf ein Minimum reduzirt. Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch die Vorrichtung. Eine Bestimmung der Empfindlichkeit (bei sanft gepresstem Rohre) ergab $1 p = 7''$. Innerhalb der Temperaturgrenzen von $+40°$ C. bis $-20°$ C. war diese Libelle nahezu denselben Variationen unterworfen wie irgend ein anderes durch Schleifen hergestelltes Röhrenniveau. Da an den Enden die gleiche Empfindlichkeit wie in der Mitte vorhanden war, so dürfte wohl die Biegungskurve einem Kreisbogen sehr nahe kommen. An manchen Stellen aber bemerkte ich sehr geringe Variationen der Empfindlichkeit, welche ich der nicht ganz vollkommen zylindrischen Form des Rohres zuschreiben muss.[1]) Wenn man ein möglichst zylindrisches Glas unter vielen Glasröhren systematisch heraussucht, und dessen eventuelle Formfehler durch Nachschleifen auf einem zylindrischen Dorne korrigirt, was beiläufig gesagt eine sehr leichte Arbeit ist, so könnte man durch Einfügen desselben in die obige Biegungsvorrichtung eine gute Libelle von beträchtlicher Empfindlichkeit erhalten.

Fig. 2.

Präzisionsmechanik und Feinoptik auf der Kolumbischen Weltausstellung in Chicago 1893.

Von **B. Pensky** und Prof. Dr. **A. Westphal.**

(Fortsetzung.)

Dass Deutschland, das Geburtsland der Spektralanalyse, einen hervorragenden Platz in der Herstellung der Spektralapparate einnimmt, braucht nicht besonders hervorgehoben zu werden; diese Stellung Deutschlands kam auch in der Sammelausstellung zum Ausdruck. Carl Zeiss ist auf diesem Gebiete bereits erwähnt. An diese Firma schlossen sich C. A. Steinheil Söhne mit ihren grossen Spektralapparaten und Prismen für Spektraluntersuchung. Besonders reichhaltige Sammlungen von Spektralapparaten hatten A. Krüss in Hamburg und Fr. Schmidt & Haensch in Berlin vorgeführt. Die erstere Firma hat wichtige eigene Neukonstruktionen auf diesem Gebiete angegeben, welche sich unter Anderem auf die mikrometrische Bewegung der Spalte und die automatische Einstellung der Prismen beziehen; mehrere grosse Spektralapparate, welche diese und andere Einrichtungen zeigten, waren ausgestellt. Die Firma Fr. Schmidt & Haensch hat seit der Erfindung der Spektralapparate in innigem Zusammenarbeiten mit den maassgebenden Forschern sich um die Ausbildung dieser wichtigen Instrumente verdient gemacht und führte eine reichhaltige Sammlung ihrer Konstruktionen vor. Beide Firmen haben sich ferner um die Ausbildung der Polarisationsapparate Verdienste erworben; insbesondere ist es auf diesem Gebiete die letztere, welche durch Konstruktionen von Polarisationsapparaten für wissenschaftliche Forschung und technische Zwecke (Zuckeruntersuchung) sich einen Weltruf begründet hat, und dementsprechend durch eine reichhaltige Ausstellung dieser Apparate glänzte. Sodann dürfen die Verdienste beider Firmen um die Photometrie, die neuerdings durch die Einführung des elektrischen Lichts erhöhte Bedeutung für die Technik gewonnen hat, nicht vergessen werden. Die Firma A. Krüss, besonders ihr jetziger Inhaber Dr. H. Krüss, hat durch mannigfache eigene konstruktive Arbeiten sowie durch Mitwirkung bei der Einführung der Hefner-Lampe an den Fortschritten der Photometrie erheblichen Antheil;

[1]) Das Glas meiner Versuchslibelle war von Herrn A. Pessler, Mechaniker in Freiberg i. S., aus einem Röhrenvorrath ausgewählt worden. Obwohl es ohne jede Korrektion der Zylinderfehler mit Füllung und Theilung versehen wurde, so ersetzt es im gebogenen Zustande eine Libelle von der oben erwähnten Empfindlichkeit.

Fr. Schmidt & Haensch, namentlich der Senior der Firma, H. Haensch, hat sich besonders bei der Einführung der wichtigen photometrischen Apparate nach Lummer-Brodhun grosse Verdienste erworben; beide Firmen hatten Sammlungen ihrer photometrischen Apparate ausgestellt. Endlich seien hier noch die Projektionsapparate von Fr. Schmidt & Haensch erwähnt. — Ein wichtiger Zweig der deutschen Feinoptik war durch die Firmen B. Halle in Steglitz-Berlin und Dr. Steeg & Reuter in Homburg v. d. H. vertreten; die Spezialität derselben ist die Herstellung von Prismen, Präparaten aus Kalkspath und Quartz, Dünnschliffen und dergleichen; besonders die erstere Firma hat diese Spezialität ausgebildet und geniesst hohen Ruf, während Dr. Steeg & Reuter neben gleichfalls hervorragenden Leistungen nach dieser speziellen Richtung sich auch mit der Herstellung von Polarisationsapparaten befassen und auch hierin Gutes leisten. Die Ausstellungen beider Firmen wurden von vielen Fachleuten eingehend geprüft.

In enger Verbindung mit den Erfolgen der optischen Technik sind die Fortschritte zu nennen, welche die Sammelausstellung auf dem Gebiete der Glasindustrie für meteorologische und chemische Zwecke aufzuweisen hatte. Hier wie dort sind es vor Allem die Arbeiten der Jenaer Glaswerke, welche bahnbrechend gewirkt haben. In Verbindung mit den Untersuchungen der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Kommission und der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt gelang es diesen Glaswerken, Normalglas für Thermometer mit wesentlich verminderter thermischer Nachwirkung und geringen Nullpunktsschwankungen, ferner Verbrennungs- und Einschmelzröhren für chemische Laboratorien, Verbundröhren für Wasserstandsgläser und andere Glasarten herzustellen. Durch planmässiges Vorgehen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt gelang es, auch die übrigen deutschen Glaswerke an diesen technischen Fortschritten Theil nehmen zu lassen, und heute steht die deutsche Glasindustrie für wissenschaftliche und präzise technische Zwecke an erster Stelle. Am umfangreichsten ist diese Industrie in Thüringen; hier ist denn auch zur Pflege und planmässigen Fortbildung derselben eine eigene Behörde geschaffen worden, die unter Aufsicht der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt stehende Grossherzoglich Sächsische Prüfungsanstalt für Glasinstrumente. Diese Anstalt, welche in den wenigen Jahren ihres Bestehens bereits segensreich gewirkt hat, und jährlich etwa 20000 ärztliche Thermometer prüft, hatte eine besondere kleine Sammelausstellung veranstaltet, in welcher ausser Normalinstrumenten und Prüfungsscheinen der Anstalt Erzeugnisse folgender Firmen vertreten waren, Alexander Küchler & Söhne in Ilmenau, Alt, Eberhardt & Jaeger ebendaselbst, Ephraim Greiner in Stützerbach, Emil Gundelach in Gehlberg, Franz Schilling ebendaselbst, H. R. Lindenlaub in Schmiedefeld und Strasser & Rhode in Glashütte; die Sammelausstellung dieser Firmen, welche Thermometer, Quecksilberbarometer und zahlreiche andere Glasapparate für physikalischen und chemischen Gebrauch zeigte, wurde viel beachtet. Gleichfalls getragen von den neueren Erfolgen auf dem Gebiete der Glastechnik waren die Ausstellungen von Thermometern und anderen Glasinstrumenten, menschlichen Augen und dergleichen der Firmen Hilmar Bock in Oberweissbach, Wilhelm Uebe in Zerbst und Georg Schmidt & v. d. Eltz in Schmiedefeld. Eine der neuesten Errungenschaften auf dem Gebiete der Thermometrie hatte W. Niehls in Berlin vorgeführt, hochgradige Thermometer aus Jenaer Glas, bis 550° zeigend, ferner Härteskalen zur Bestimmung des Grades der Schmelzbarkeit von verschiedenen Glassorten, für Glashütten, chemische und physikalische Laboratorien und zum Unterricht dienend. Endlich dürfen hier die Thermometer für die verschiedensten technischen Zwecke nicht vergessen werden, welche G. A. Schultze in Berlin ausgestellt hatte; dieselbe Firma hatte geaichte Alkoholometer und Aräometer vorgeführt, welche sie in anerkannter Güte herstellt. Es muss hier ausdrücklich erwähnt werden, dass die Fortschritte, welche die deutsche Thermometrie durch das amtliche Vorgehen deutscher wissenschaftlicher Behörden zu verzeichnen hat, die grösste Anerkennung der Preisrichter fand.

Meteorologische Instrumente und Apparate waren in der Sammelausstellung



bei Weitem nicht in dem Maasse vertreten, wie es die grosse Bedeutung der deutschen Technik auf diesem Gebiete verlangt hätte. Gerade die grossen Instrumente für die feinsten meteorologischen Zwecke fehlten bedauerlicher Weise hier, wo sie für den Gesammteindruck der deutschen Präzisionstechnik nothwendig gewesen wären; sie befanden sich in einem ganz anderen Gebäude der Ausstellung, in der deutschen Universitätsausstellung. Es waren in unserer Sammelausstellung lediglich Thermometer, Quecksilberbarometer und Aneroide ausgestellt. Der ersteren beiden Kategorien ist bereits vorbin gedacht und wir wollen hier nur noch ein von W. Lambrecht in Göttingen ausgestelltes Barometer erwähnen. Aneroide waren recht reichhaltig vertreten und zwar hatten die auf diesem Gebiete hervorragenden Firmen Otto Bohne in Berlin, G. Lufft in Stuttgart und Oskar Möller in Hamburg ausgestellt. Otto Bohne hatte unter Anderem ein registrirendes Aneroid sowie ein interessantes Modell eines Aneroids, zu Demonstrationszwecken dienend, vorgeführt, G. Lufft gleichfalls selbstregistrirende Aneroide, ferner Aneroide für wissenschaftliche Zwecke, Aneroide in Uhrform und solche in Luxusausstattung; namentlich an Apparaten der letzteren Art war die Ausstellung von Oskar Möller reich; derselbe hatte auch die von ihm konstruirten patentirten Metallthermometer ausgestellt.

Die Fabrikation wissenschaftlicher Waagen, welche in Deutschland eine Reihe von hervorragenden Firmen aufzuweisen hat, war recht gut vertreten. Die wohlbekannte Firma Paul Bunge (Inhaber A. T. Herzberg) in Hamburg hatte eine grosse physikalische Waage für 2 *kg* Belastung und mehrere analytische Waagen ausgestellt; in derselben Weise war die gleichfalls durch gute Leistungen bekannte Firma C. Staudinger & Co. in Giessen vertreten. C. F. Betting in Wehlheiden bei Kassel hatte eine analytische Waage für 200 *g* Belastung mit Mechanismus zum Aufsetzen und Abheben der Gewichte bei geschlossenem Gehäuse ausgestellt. Eine interessante Waagenjustirmaschine hatte A. Hasemann in Berlin vorgeführt; mittels derselben, welche selbthätig die Parallelität der Schneiden und die Gleicharmigkeit justirt, sind von der Firma bereits über 10000 Waagen justirt worden.

Auf dem Gebiete der Demonstrationsapparate für den physikalischen und chemischen Unterricht geniesst die deutsche Feintechnik einen hohen Ruf. Zwei Firmen hatten Apparate dieser Art ausgestellt: Max Kohl in Chemnitz führte physikalische Apparate für den Unterricht an Hochschulen vor, die vielfache Beachtung fanden; für das grössere Publikum war das betriebsfähige und häufig in Gang gesetzte Modell einer Dampfmaschine in einer Nussschale von Interesse. Paul Gebhardt in Berlin zeigte eine reichhaltige Sammlung von Apparaten für den Unterricht an Mittelschulen.

Apparate für biologische und physiologische Forschung, welche in Deutschland, entsprechend der führenden Stellung der deutschen Wissenschaft auf diesem Gebiete, in reicher Anzahl und in hoher Vollendung hergestellt werden, waren von drei Firmen ausgestellt. R. Jung hatte ausser einer Anzahl der von ihm konstruirten Mikrotome ophthalmologische Apparate und physiologische Modelle vorgeführt; von letzteren war besonders beachtungswerth das Modell des oberen Rückenmarktheils und der *Oblongata*. Dörffel & Färber, sowie E. Sydow in Berlin hatten vorzugsweise ophthalmologische und laryngoskopische Apparate in grosser Anzahl ausgestellt.

Das elektrische und elektromedizinische Gebiet muss dem Berichte eines anderen Sachverständigen vorbehalten bleiben. Wir wollen hier nur erwähnen, dass Hartmann & Braun in Frankfurt a/M. wohl die vollständigste und beachtenswertheste Sammlung elektrischer Messwerkzeuge auf der gesammten Ausstellung aufzuweisen hatten, und dass W. A. Hirschmann in Berlin und Reiniger, Gebbert & Schall in Erlangen reichhaltige Sammlungen ihrer wohlbekannten elektromedizinischen Apparate zeigten.

Endlich seien noch kurz erwähnt die vortrefflichen, und mancherlei Neukonstruktionen aufweisende Ausstellung von Zeicheninstrumenten der Firma Cl. Riefler in München, ferner die von Arth. Burkhardt in Glashütte ausgestellten Modifikationen der

Thomas'schen Rechenmaschine und endlich die Sammlung von Maassstäben in Maassen aller Länder, welche C. Buhe in Hannover vorgeführt hatte.

In die Sammelausstellung der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik eingefügt war eine Ausstellung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, in welcher sie das Arbeitsgebiet ihrer für die spezielle Pflege der Präzisionstechnik bestimmten zweiten, technischen Abtheilung vorgeführt hatte. Es waren hier ausgestellt Apparate für Wärme- und Druckmessung, elektrotechnische Normalelemente und Widerstände, Apparate für Photometrie, Apparate für präzisionsmechanische Untersuchungen und Stimmgabelprüfungen, Proben von Anlauffarben und Oefen zu ihrer Herstellung, Normalgewinde nach metrischem System, Glasröhren zur Prüfung von Glas auf seine chemische Widerstandsfähigkeit; ausserdem Prüfungsbescheinigungen und die sämmtlichen Veröffentlichungen der Anstalt auf präzisionstechnischem Gebiet.

An dieser Stelle ist noch einer bedeutsamen Gruppe zu erwähnen, die zwar nicht zur Sammelausstellung der Deutchen Gesellschaft für Mechanik und Optik gehörte, zu dieser inhaltlich aber sehr nahe Beziehung hatte und auch räumlich ihr nahe lag, wir meinen die Ausstellung der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Kommission. Hier wurden alle diejenigen Hilfsmittel — fast ausschliesslich Erzeugnisse der Präzisionsmechanik — in ihrer Gesammtheit zur Anschauung gebracht, deren sich die Aichämter in Deutschland bei der Prüfung der im Verkehr gebrauchten aichpflichtigen Gegenstände zu bedienen haben; es waren die verschiedenen Gattungen von Normalen für Längenmaasse, Hohlmaasse, Flüssigkeitsmaasse und Gewichte, die bei der Prüfung von Gewichten benutzten Waagen, Normalapparate zur Prüfung von Gasmessern, des Inhaltes von Fässern, endlich Normale zur Prüfung von Alkoholometern, Aräometern und Thermometern übersichtlich angeordnet. Daneben sah man eine Anzahl feinerer Apparate und Normale, wie solche bei den Aufsichtsbehörden zur periodischen Nachprüfung der Normale der Aichämter in Gebrauch sind, wie Komparatoren, feinste Gewichtssätze und Waagen. Hieran reihten sich noch eine Anzahl von Ausstellungsobjekten, welche einestheils besonderes aichtechnisches Interesse darbieten, wie selbthätige Registrirwaagen und Getreideprober, anderentheils mit Rücksicht auf ihre besondere steuertechnische Bedeutung der Prüfung bezw. fortlaufenden Ueberwachung seitens der Normalaichungskommission unterliegen, wie Liquenrprober und der Spiritusmessapparat. Der letztere, sinnreich nach Angaben von W. Siemens konstruirte Apparat giebt laufend das Quantum und die durchschnittliche Stärke des in einer Brennerei erzeugten Spiritus an. Diese Ausstellungsobjekte zusammen mit den ausliegenden aichgesetzlichen Bestimmungen sowie den aichtechnischen und wissenschaftlichen Publikationen der Normal-Aichungs-Kommission gaben ein anschauliches Bild von der umfassenden Thätigkeit dieser im grossen Publikum sonst wenig hervortretenden Behörde.

Wie aus dem Vorstehenden ersichtlich, gab die Sammelausstellung ein Bild der feintechnischen Thätigkeit Deutschlands auf allen Gebieten der Präzisionsmechanik. Der Fachmann wird aber aus dem Obigen ersehen haben, dass dies Bild keineswegs vollständig war, sondern viele Lücken zeigte, und leider vielfach gerade da, wo deutsche Leistungen sich in jeder Beziehung mit denen anderer Nationen messen können. Wenn trotzdem der Eindruck der Sammelausstellung auf den Fachmann ein grosser, wenn das Urtheil des internationalen Preisgerichts ein so günstiges war, dass nicht nur jeder einzelne Aussteller, sondern auch die leitende Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik prämiirt wurde, so geht hieraus hervor, welchen Sieg die deutsche Feintechnik errungen hätte, wenn sie vollständig vertreten gewesen wäre.

In vieler Beziehung wurde das Bild, das die Sammelausstellung von der deutschen Feintechnik bot, allerdings durch einzelne Vorführungen in anderen Theilen der deutschen Ausstellung noch vervollständigt. Hierbei kommt besonders die *Deutsche Unterrichts- und Universitätsausstellung* in Betracht. In der ersteren war eine Fülle von Unterrichtsapparaten aller Art, von verschiedenen deutschen Mechaniker-Firmen herrührend, vertreten, auf welche

hier einzeln einzugehen zu weit führen würde. In der Universitätsausstellung waren zahlreiche feine und feinste Messwerkzeuge ausgestellt, von denen ein Theil ausserdem in der vorstehend geschilderten Sammelausstellung zu sehen war. Wir müssen uns begnügen, aus der grossen Fülle des Gebotenen nur Weniges hervorzuheben. Die mathematische Abtheilung enthielt wichtige Hilfsmittel der Rechnung (Rechenmaschinen, Planimeter, Integraphen), sowie vervollkommnete Zeichen-Instrumente (Theilungszirkel, Pantographen), von verschiedenen Firmen herrührend. Sehr reichhaltig waren die physikalischen Untersuchungsapparate vertreten. Eine besondere Ausstellung war den gemeinsamen Arbeiten Gauss-Weber's gewidmet. Dieselbe fand pietätvolle Bewunderung. Auf meteorologischem Gebiete fanden sich die interessanten und vollendeten Registrirapparate vor, die von R. Fuess nach den Angaben von Professor Sprung konstruirt sind, ein Waage-Barograph, ein registrirender Wind- und ein registrirender Regenmesser, ferner ein Assmann'sches Aspirationspsychrometer zur Bestimmung der Temperatur und Feuchtigkeit der Luft. Für psychologisch-optische Untersuchungen bestimmt ist der Helmholtz'sche Farbenmischapparat, der in einem, Excellenz von Helmholtz selbst gehörigen Exemplar ausgestellt war, das ihm zu seinem 70-jährigen Geburtstage die Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik verehrt hatte. Die mineralogische Abtheilung zeigte viele kostbare Leistungen der deutschen Feintechnik, petrographische Mikroskope von R. Fuess, und von Voigt & Hochgesang, Klein'sches Mikroskop für feinere mineralogisch-petrographische Untersuchungen, Klein's Erhitzungsmikroskop, Nörremberg's Polarisations-Instrument, ein Satz der Fuess'schen mineralogischen Instrumente, Krystallrefraktometer nach Abbe, Totalreflektometer nach Kohlrausch und Anderes mehr. — Die von Professor Güssfeldt zusammengestellte wissenschaftliche Reiseausrüstung zeigte meteorologische, magnetische und besonders geodätische Instrumente, letztere von C. Bamberg, J. Wanschaff und A. Meissner in Berlin. Die Abtheilung für bakteriologische Forschung enthielt eine Fülle von Mikroskopen, Mikrotomen und anderen Apparaten, ausgestellt von E. Leitz, W. und H. Seibert in Wetzlar, August Becker in Göttingen, R. Jung in Heidelberg, Dr. H. Rohrbeck in Berlin und Anderen. Zahlreiche Erzeugnisse der Feintechnik enthielten ferner die Abtheilungen für Ophthalmologie und Laryngologie. Wir müssen abbrechen; es würde zu weit führen, auf alle Einzelheiten einzugehen. — Neben der grossen Zahl der modernen feintechnischen Forschungsmittel erregten in hohem Maasse das Interesse des Beschauers die zahlreichen historischen Apparate: Otto von Guerike's Luftpumpe, Bessel's Apparat zur Bestimmung der Länge des Sekundenpendels, der Originalapparat von G. Kirchhoff, mittels dessen die Spektralanalyse begründet wurde, G. Magnus' Apparat zur Bestimmung der Wärmeausdehnung der Gase, Helmholtz's erster Augenspiegel, der erste elektrische Telegraph von Gauss-Weber, und Anderes mehr.

Erwähnen wir zum Schluss noch einige an verschiedenen Theilen der Ausstellung zerstreute Erzeugnisse der Feintechnik. Hier wären die Reisszeuge und andere Zeicheninstrumente von G. Schönner in Nürnberg anzuführen, ferner ein von R. Fuess nach Angaben von Professor Seibt konstruirter und vom Preussischen Ministerium der öffentlichen Arbeiten ausgestellter registrirender Fluthmesser; derselbe berücksichtigt alle Anforderungen und ist unstreitig der beste und der Praxis am meisten angepasste Fluthmesser.

Der Leser wird aus den bisherigen Schilderungen ersehen, dass Deutschland auf dem Gebiete der Mechanik und Optik in Chicago würdig vertreten war. Die amerikanischen Zeitungen sprachen während der Zeit der Ausstellung zu öfteren Malen von dem selbstbewussten Auftreten der Deutschen. Dass dies vorhanden war, wird Jeder bestätigen, der die Ausstellung in Chicago besucht hat; es war vollauf in den Erfolgen der deutschen Industrie begründet und die deutsche Präzisionstechnik hat nicht zum geringsten Theile dazu beigetragen, dass dies Selbstbewusstsein ein berechtigtes war.

(Fortsetzung folgt.)

Referate.

Ueber eine abgeänderte Form des Bunsen-Roscoe'schen Pendelaktinometers.

Von A. Richardson *und* J. Quick. *Phil. Magazine. V.* **36.** *S. 459. (1893).*

Um auf einfache Weise chemische Lichtwirkungen in allgemein vergleichbarem Maasse durch photographische Schwärzungen auszudrücken, bedienten sich Bunsen und Roscoe eines Pendels, das in Schwingungen versetzt bei jeder Oszillation einen Schieber (geschwärztes Glimmerblatt) über einen Schlitz hin und herführte, unter welchem ein Streifen lichtempfindliches Papier aufgezogen war; dieses wird dadurch an jedem Punkte seiner ganzen Länge nach während einer verschieden langen, aber aus Schwingungsdauer und Amplitude des Pendels genau zu bestimmenden Zeitdauer exponirt. Bunsen und Roscoe erhielten mittels dieses Instruments gleichmässig verlaufende, abgetönte Streifen, bei welchen das zuerst entblösste Ende am längsten, das andere hingegen nur momentan bestrahlt erschien. Legt man nun als photochemische Maasseinheit diejenige Lichtstärke zu Grunde, welche in der Zeiteinheit eine unveränderliche, ein für allemal gegebene Schwärzung (sog. Normalschwärzung) hervorbringt, so hat man dann nur auf einem mittels jenes Pendelphotometers exponirten und abgetönten Streifen diejenige Stelle aufzusuchen, wo eine mit jener unveränderlichen gleiche Schwärzung (= der Normalfarbe) erzielt worden ist. Da ferner innerhalb sehr weiter Grenzen gleichen Produkten der Lichtstärke und Insolationsdauer gleiche Schwärzungen entsprechen, so giebt der reziproke Werth der Belichtungszeit, welche jenem Punkte gleicher Färbung entspricht, ein relatives Maass für die in jener Einheit ausgedrückte chemische Strahlung.

Um die Verwendung des Pendels, welches die Bewegung des Schiebers zum Oeffnen und Schliessen des Spaltes zu besorgen hatte, bei der Konstruktion ihres photochemischen Aktinometers zu umgehen, wurde demselben die nachstehend kurz beschriebene Einrichtung gegeben: Die Schliessvorrichtung AB (vgl. Fig.) besteht aus einem breiten Streifen dünnen, schwarzen wasserdichten Stoffes, der in Form eines endlosen Bandes über die hölzernen Rollen C, E, F und D gespannt ist, so dass bei der Bewegung der obere Theil des Stoffriemens hart über dem untern in entgegengesetzter Richtung vorbeistreicht. Eine rechteckige Spaltöffnung GH, 20 *cm* lang und 1 *cm* breit, ist dann aus dem oberen und unteren Theil des Bandes so herausgeschnitten, dass die beiden Oeffnungen genau übereinander liegen, wenn sie sich in der Mitte zwischen den beiden Rollenpaaren befinden. Das lichtempfindliche Papier ist in der Kassette I enthalten, deren obere Fläche aus einer sehr dünnen Ebonitplatte besteht, über welcher der Schliesser sich unmittelbar hinbewegt. Die Ebonitplatte besitzt einen Schlitz J, 10 *cm* lang und 1 *cm* breit, unter welchem das gegen den Spalt gepresste sensible Papier der Belichtung ausgesetzt wird, welch' letztere hinwiederum durch die sich in entgegengesetzter Richtung übereinander bewegenden Spaltöffnungen GH von der vollen Exponirung bis zur gänzlichen Bedeckung in bestimmter Weise modifizirt werden kann. Wenn durch eine Belichtung keine genügende Schwärzung erreicht worden ist, so lässt man zwei oder drei vor sich gehen; sonst aber wird die Bewegung nach dem ersten Umgang eingestellt. Als Antrieb für die Bewegung des Verschlussbandes diente zuerst eine durch eine regulirbar abfliessendes Wasserquantum in's Sinken gebrachte Zinntrommel; später wurde hierfür ein englisches 8 Tag-Uhrwerk verwendet, das mit einer der Walzen verbunden die verlangte Schnelligkeit (5 bis 6 Sekunden für die Zeit einer vollständigen Oeffnung des Verschlusses) bei sehr gleichmässigem Gange ergab.

Sowohl das Uhrwerk wie die Verschlussvorrichtung sind auf einer (in ihrer Neigung gegen den Horizont verstellbaren) Platte montirt, so dass das lichtempfindliche

Papier zu jeder Tageszeit rechtwinklig zu den einfallenden Sonnenstrahlen orientirt werden kann.

Zum Schlusse mag noch hervorgehoben werden, dass die gegenwärtige Modifikation des Bunsen-Roscoe'schen photochemischen Aktinometers den grossen Vortheil der Kompendiosität und Tragbarkeit besitzt, und dass die Messungen bei jeder Lage vorgenommen werden können. Zum Vortheil gereicht es auch, dass die Zeit, während welcher irgend ein Theil des Schlitzes offen ist, derjenigen für gänzliche Oeffnung des letztern direkt proportional ist, indem ja das Verschlussband gleichmässig schnell läuft. Beim Pendelapparat ist dagegen eine Reihe von Berechnungen nothwendig, um die Zeitlänge zu bestimmen, während welcher jeder Millimeter der ganzen Länge des Schlitzes offen ist.

J. M.

Ein neues Astrophotometer.

Von E. Lagrange *und* P. Stroobant. *Journal de Physique. III. 2. S. 160. (1893).*

Zur Messung der Sternhelligkeiten hat man sich verschiedener Methoden und Apparate bedient. Huyghens bestimmte das Verhältniss der Helligkeiten des Sirius und der Sonne dadurch, dass er das Licht der letzteren durch ein Diaphragma mit kreisförmiger Oeffnung so weit abblendete, bis die Helligkeiten gleich zu sein schienen. John Herschel verglich die Sterne mit dem durch ein Fernrohr von kurzer Brennweite entworfenen punktförmigen Bild des Mondes oder des Jupiter; aus der Entfernung, in welcher er sein Auge von diesem Bilde halten musste, damit ein direkt gesehener Stern ihm gleich hell erschien, konnte er die relative Helligkeit der Sterne ableiten. Andere haben Blenden vor dem Objektiv angewandt, entweder Irisblenden oder, wie der Engländer Knobel, solche mit einer dreieckigen, gleichseitigen Oeffnung; sehr störend wirkt bei dieser Methode jedoch der Umstand, dass durch eine Gestaltänderung der freien Oeffnung das Beugungsbild des Sternes eine andere Form annimmt.

Ein komplizirtes Photometer ist das Steinheil'sche, dessen Fernrohr in gleicher Weise wie das Heliometer ein in zwei Hälften zerschnittenes Objektiv hat, die sich in Richtung der Fernrohraxe verschieben lassen. Durch zwei vor den Objektivhälften befindliche Prismen werden die Strahlen der mit einander zu vergleichenden Sterne in's Fernrohr reflektirt; sodann werden die Objektivhälften in der Richtung der Axe so weit gegen einander verschoben, bis die von den Objekten erzeugten und nahe neben einander gebrachten Scheiben (nicht Bildpunkte) gleich hell sind. Das Helligkeitsverhältniss ergiebt sich aus der Grösse jener Verschiebung.

Das Schwerd'sche Photometer besteht aus einem kleineren und einem grösseren Fernrohr, von denen das erstere auf den Vergleichstern, etwa den Polarstern, das andere auf den mit ihm zu vergleichenden Stern gerichtet wird. Die Okulare beider Fernrohre liegen immer nahe bei einander, so dass man das Auge rasch von dem einen zum andern führen kann. Durch Abblendung des grösseren Objektives werden die Bilder einander gleich hell gemacht.

Zu den besten bis jetzt existirenden Photometern gehört unstreitig das Zöllner'sche, bei welchem das Sternbild im Fernrohr mit einem durch eine gleichmässig hell brennende Lampe hervorgebrachten künstlichen Sternbild verglichen wird. Durch Drehung eines Nikol'schen Prismas wird die Intensität des künstlichen Sternes geschwächt bis zur Gleichheit mit dem natürlichen.

Durch seine Einfachheit ausgezeichnet ist das Pritchard'sche Glaskeilphotometer, bei dem ein keilförmiges Stück dunklen Glases soweit vor dem Okular vorbeigeschoben wird, bis der Stern nicht mehr dadurch zu sehen ist.

Pickering endlich benutzt ein Photometer, bestehend aus einem horizontal liegenden Fernrohr mit zwei gleichen Objektiven, in die durch Spiegel das Sternenlicht reflektirt wird. Durch ein doppelt brechendes Prisma werden von jedem der beiden

Objekte zwei Bilder entworfen und mit Hilfe eines Nikols werden dann zwei Bilder der beiden Sterne gleich hell gemacht.

Neuerdings wird auch die Photographie zur Helligkeitsbestimmung der Sterne verwandt, indem man die Durchmesser der in gleichen Zeiten auf der Platte erzeugten Sternscheibchen mit einander vergleicht.

Der von den beiden Brüsseler Astronomen Lagrange und Stroobant in Vorschlag gebrachte Apparat besteht aus einem Fernrohr mit einem Okular von grosser Brennweite, also von schwacher Vergrösserung. Als Vergleichsobjekt dient ein künstliches, durch ein Glühlämpchen erzeugtes Sternbildchen. Das Licht der Lampe fällt, nachdem es durch zwei über einander verschiebbare Glaskeile und eine regulirbare Blendenöffnung gegangen ist, unter 45° auf einen Spiegel, der es durch eine im Tubus des Fernrohres nahe am Okularende angebrachte Linse von kurzer Brennweite wieder auf einen unter 45° gegen die Strahlrichtung geneigten Spiegel wirft, welch' letzterer es parallel der Fernrohraxe nach dem Gesichtsfeld reflektirt. Besonders haben die beiden Astronomen die Konstanz der Lichtquelle sorgfältig untersucht und ein Täfelchen der einander entsprechenden Werthe der Potentialdifferenz an den beiden Drahtenden des Glühlämpchens, der Stromintensität und der Leuchtkraft aufgestellt. Bei ihren Versuchen hat die etwa 8 *Volt* betragende Potentialdifferenz der beiden Lampendrähte Schwankungen von 0,1 *Volt* erlitten, wodurch eine Schwankung der etwa 0,1 Carcel-Einheiten betragenden Lichtstärke um 7 % bedingt war. Durch öftere Wiederholung der Versuche könnten die Schwankungen unschädlich gemacht werden; für sehr genaue Messungen schlagen die Verfasser jedoch vor, die Schwankungen der Potentialdifferenz sich registriren zu lassen und darnach dann die photometrischen Messungen zu korrigiren. *Kn.*

Neues Sklerometer (Härtemesser).

Von P. Jannettaz. *Compt. Rend.* ***116.*** *S. 687. (1893).*

Dieser Apparat zur Bestimmung der Härte als Widerstand gegen Ritzung trägt auf einer horizontirbaren Platte Einrichtungen zur Orientirung, Verschiebung und Drehung des zu prüfenden Körpers, mittels deren eine beliebige Stelle desselben unter eine vertikale Spitze gebracht werden kann. Letztere wird von einem Waagebalkenarm getragen, mittels dessen die Spitze unter verschiedener Belastung zur stossfreien Berührung mit dem Körper gebracht wird. Alsdann erfolgt die Ritzung durch geradlinige Verschiebung oder Drehung des Körpers, in welch' letzterem Falle ein kreisförmiger Riss entsteht, welcher etwaige Verschiedenheiten der Härte des Körpers nach verschiedenen Richtungen durch mikroskopische Prüfung der Rissbreite zu vergleichen gestattet. Diese Zirkularbewegung des Körpers erscheint als das Wesentliche des Apparates, welchem noch Werkzeuge zum Ritzen von verschiedener Form und aus verschiedenem Material beigegeben sind. Für homogene Körper, wie Metalle, ist die Zirkularbewegung ohne besondere Bedeutung und es wird dabei zur Vereinfachung der mikroskopischen Untersuchung geradlinige Verschiebung angewendet. Mit deren Hilfe fand Verfasser unter Anderem, dass entgegen der bisher häufigen Annahme Kupfer härter als Zink ist, demnach auch diese Materialien sich der Reihe der mit abnehmendem Atomvolum Zunahme der Härte aufweisenden einfachen Körper eingliedern. *P.*

Vergleichung des internationalen Meters mit der Wellenlänge des Cadmiumlichtes.

Von Albert A. Michelson. *Compt. Rend.* ***116.*** *S. 790. (1893).*

Die Herleitung des Meters aus einer in der Natur vorhandenen Grösse, der Länge des Erdquadranten, ist bekanntlich nur eine genäherte. Es ist daher auch wiederholt die Forderung erhoben, die nun durch die Arbeiten des internationalen Maass- und Gewichtsbureaus verifizirte und durch das in Breteuil aufbewahrte Prototyp M verkörperte Meterlänge auf bestimmte unveränderliche Naturgrössen in schärferer Weise zu beziehen,

als es durch die oben gedachte Herleitung der Fall ist. Als besonders geeignete Bezugseinheit erschien die Wellenlänge einer Lichtart von bestimmter Brechbarkeit.

Verfasser hat es unternommen, eine unmittelbare Vergleichung dieser Art in Breteuil auszuführen und legt in der vorliegenden Note den Gang derselben dar. Es war dazu vor Allem die Auswahl einer geeigneten Lichtquelle erforderlich. Als solche wurde das Cadmiumlicht erkannt, nachdem die vorangegangenen Untersuchungen von 20 verschiedenen Lichtquellen deren nicht hinreichende Homogenität erkennen liessen. Das Cadmiumlicht sendet drei hinreichend homogene Strahlenarten (roth, grün und violett) aus, welche bis auf eine Entfernung von 10 *cm* gut sichtbare Interferenzfranzen erzeugen lassen und also ein Mittel bieten, ohne Aenderung der Anordnung des Apparates Kontrolbestimmungen auszuführen.

Der zur Beobachtung dieser Interferenzerscheinungen verwendete Apparat dient auch zur Vergleichung der Hilfsetalons von 10 *cm* Länge untereinander und mit dem Meter und könnte Interferenzkomparator genannt werden. Er besteht im Wesentlichen aus einer planparallelen Platte und zwei Planspiegeln. Das zu untersuchende Lichtbündel fällt unter einem Winkel von 45° auf die erste leicht versilberte Fläche der Platte und theilt sich hier in zwei Büschel: das reflektirte, welches, von einem der Spiegel zurückgeworfen, durch die Platte geht und das durchgehende, welches, vom anderen Spiegel zurückgeworfen, von der Platte reflektirt wird, so dass beide Bündel in derselben Richtung austreten. Die Wirkung ist die gleiche, als wenn die beiden Bündel von einem Spiegel und seinem Bilde in Bezug auf die Glasplatte ausgegangen wären. Ist die Entfernung beider sehr klein, so würde man in weissem Licht farbige Franzen entsprechend den Newton'schen Ringen sehen; ist sie gross, so muss man monochromatisches Licht anwenden und man sieht unter der Voraussetzung völliger Ebenheit und Parallelität beider Flächen (der reellen und virtuellen) gerade, deutlich getrennte Franzen, die man mit blossem Auge oder durch ein Fernrohr beobachtet.

Eine erhebliche Schwierigkeit bot nun noch die Ermittlung der Ordnung der Interferenz. Für diese Ermittlung bediente Verfasser sich eines bereits gemeinsam mit Morley erprobten Verfahrens, unter Anwendung von Hilfsetalons, deren jedes annähernd die doppelte Länge des vorhergehenden hat. Diese wurden untereinander genau verglichen und dabei so korrigirt, dass eine ganze Zahl von Wellenlängen in ihnen enthalten war, wobei diese Vergleichungen durch Anwendung der drei zu Gebote stehenden Strahlenarten kontrolirt wurden. In dieser Weise konnte man die Anzahl der einer Länge von 10 *cm* bei bestimmten Temperatur- und Druckverhältnissen entsprechenden Franzenzahl ermitteln. Die Vergleichung dieses Etalons mit dem Meter erfolgt durch zehnmalige Verrückung des ersteren um seine Länge. Zu Beginn und am Ende wurden die Endstriche des Meters mit Mikrometermikroskopen gemessen. Das Resultat zweier vollständig ausgeführten Messungsreihen ergab, dass dieselben noch nicht um eine Wellenlänge oder um etwa 0,0000005 der ganzen Länge differiren.

Die vorliegende Note giebt in ihrer knappen Form nicht ein Bild von dem Verfahren im Einzelnen. Ein solches darf erst von weiteren Veröffentlichungen über den gleichen Gegenstand erwartet werden. Sie zeigt indessen, dass auf diesem Wege eine Beziehung der Meterlänge auf eine unveränderliche Naturgrösse mit der gleichen Schärfe erlangt werden kann, mit der man die Vergleichung zweier Meter auszuführen vermag.

Pensky.

Neue Maschine zum Schneiden und Schleifen dünner Schnitte von Gesteinen und Mineralien.

Von George H. Williams. *Americ. Journ. of. Sciences. III. 45. S. 102. (1893.)*

Diese für das petrographische Laboratorium der *John Hopkins University* in Baltimore von der *Donaldson Macrae Electric Company* daselbst hergestellte Maschine bietet lediglich Interesse durch das angewendete Betriebsmittel. Es besteht in einem kleinen unter der Tischplatte aufgestellten Elektromotor von $^1/_8$ Pferdekraft, welcher durch drei Akkumulatoren-

zellen von 200 Ampèrestunden Kapazität betrieben wird. Für die in Baltimore gegebenen Verhältnisse wird dieser Betrieb dem durch direkten von einer elektrischen Kompagnie gelieferten Strom in Bezug auf Betriebssicherheit vorgezogen. Die Akkumulatoren haben Gummikästen und sind transportabel; eine Ladung reicht für den einmonatlichen Bedarf von 10 Studenten und ihre Erneuerung kostet $ 3,75 (etwa 16 Mark). Durch Schnur- und Riementrieb wird eine vertikale Spindel für kupferne Schleifscheiben, eine horizontale Doppelspindel für Schmirgelrad und Diamanthordsäge, für die ein stellbarer Tisch vorgesehen ist, betrieben. Von Wichtigkeit für die Verwendungsart der Maschine ist es, dass die Diamanthordsägen in Gestalt von achtzölligen Weissblechscheiben am Rande mit Diamantstaub versehen, welcher durch einen „Cement" gesichert ist, im Handel zum Preise von $ 12 (etwa 50 M) für das halbe Dutzend erhältlich sind. Die vollständige Maschine mit Tisch, Schleifeinrichtung, Elektromotor und Akkumulatoren hat $ 130 (etwa 545 Mark) gekostet. *P.*

Neu erschienene Bücher.

Ch. A. Vogler, Lehrbuch der praktischen Geometrie. 2. Theil. 1. Halbband. Anleitung zum Nivelliren oder Einwägen. Braunschweig. Fr. Vieweg & Sohn. M. 11,—.

Bernoulli, Vademecum des Mechanikers. 20. Aufl., bearbeitet von F. Antenheimer. Stuttgart. M. 6,—.

S. P. Thompson, Der Elektromagnet. Deutsche Uebersetzung von C. Grawinkel. 25 Hefte. Halle. Jedes Heft M. 3,—.

Th. Albrecht, Formeln und Hülfstafeln für geographische Ortsbestimmungen. Dritte, vielfach erweiterte Auflage. Leipzig. L. W. Engelmann. M. 17,—.

H. Du Bois, Magnetische Kreise, deren Theorie und Anwendung. Berlin und München. Julius Springer und R. Oldenbourg. M. 10,—.

Patentschau.

Entfernungsmesser für militärische Zwecke. Von A. Kiefer in München. Vom 22. Juli 1892 No. 68328. Kl. 42.

Der Entfernungsmesser besteht aus zwei Theilen: dem in Fig. 1 dargestellten Zielwinkel und einem vor einem Fernrohr befestigten Prisma, wie in Fig. 2 zu sehen.

Den Zielwinkel bilden zwei Leisten, von denen die eine Kimme und Korn k und k_1, die andere auf beiden Enden je eine umklappbare Tafel t und t_1 trägt. Die äusseren Seiten c und c_1 dieser Tafel sind geschwärzt, während die einander gegenüberstehenden Flächen je in ein schwarzes und ein weisses Feld getheilt sind (d und d_1, e und e_1). Die beiden Tafeln sind so zu einander verschoben, dass die Verbindungslinien zwischen den abgeschrägten Kanten a und a_1 und den Berührungskanten der gegenüberstehenden schwarzen und weissen Felder einen Winkel mit der Visirlinie vw bilden, welcher dem Winkel ABC des Dreiecks ABC in Fig. 2 entspricht. Eine seitlich von dem zielenden Manne befindliche zweite Person wird nun grade in dem Schenkel AB des Winkels ABC stehen, wenn

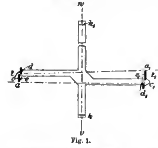


Fig. 1.

Fig. 2.

sie das weisse Feld e oder e_1 eben vollständig zwischen den schwarzen Feldern c_1 und d oder c und d_1 vollständig verschwinden sieht. Der Zielwinkel legt also die Linien AB und BC nebst dem eingeschlossenen Winkel ABC fest.

Um nun die Lage des Winkels BAC zu bestimmen, wird ein Prisma angewendet, welches dem Winkel BAC entsprechend spiegelt. Für die Justirung des Zielwinkels ist dieser Prismenwinkel maassgehend; letzterer kann beliebig gross sein; nach ihm wird dann der Winkel des Zielgeräthes so bemessen, dass sich das verlangte Verhältniss der beiden Seiten AB und AC (z. B. wie 1 : 100) ergiebt. Stellt sich die zweite Person mit dem Prisma so auf, dass sie im äussersten Prismenfelde eben das Verschwinden der weissen Fläche sieht, so ist bereits ein Dreieck gebildet, welches dem Dreieck ABC ähnlich ist. Geht nun die genannte Person soweit seitlich hinaus, dass das Verschwinden der hellen Fläche und die Einvisirung des Ziels zusammenfallen, so ist das Dreieck ABC vollständig festgelegt, und es erübrigt nur noch, die Grösse der Linie AB zu wissen, um auch sofort die Strecke AC angeben zu können.

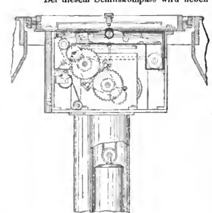
Die Strecke AB kann entweder abgeschritten oder mit einem Messband gemessen werden.

Kontrolmetermaassstab. Von F. Boas in Potsdam und S. Weinmann in Charlottenburg. Vom 25. August 1892. No. 68398. Kl. 42.

Die Anzahl der gemessenen Meter wird bei diesem Maassstab dadurch an einer Skale angezeigt, dass bei jedesmaliger Bethätigung des Knopfes a die mit Aussparungen versehene und unter Federdruck stehende Leiste l bewegt wird. Die Leiste ergreift dabei mit einer ihrer Aussparungen den Zeiger f und schiebt ihn um einen Theilstrich weiter, da die Theilstrichweite der Skale dem Abstand der Aussparungen der Leiste entspricht.

Registrirender Schiffskompass. Von Townsend Marine Invention Company in Baltimore, V. St. A. Vom 22. Juni 1892. No. 68444. Kl. 42.

Bei diesem Schiffskompass wird neben dem Kurs, den das Schiff einnimmt, auch dessen Geschwindigkeit, sowie die Zeit, zu welcher sich das Schiff an einem bestimmten Punkt seines Kurses befunden hat, aufgezeichnet. Dadurch wird zugleich festgestellt, wie gross die Dauer der Seefahrt war. Zum Aufzeichnen dient ein Streifen lichtempfindlichen photographischen Papieres, der durch einen engen Schlitz belichtet wird, und welcher an allen, mit Ausnahme einer einzigen Stelle, durch eine undurchsichtige Scheibe verdeckt ist. Die Scheibe trägt, wie bei allen derartigen Registrirapparaten, einen spiralförmig verlaufenden Ausschnitt, welcher den vorher genannten rechtwinklig schneidet und gestattet, dass der Schnittpunkt in jedem Augenblick, wenn auch nur wenig, der Stellung der Kompassnadel entsprechend verändert wird. Das Resultat ist, dass eine fortlaufende Kurve auf dem Papier durch die Einwirkung des Lichtes hervorgerufen wird, welche genau dem vom Schiffe zurückgelegten Wege entspricht.

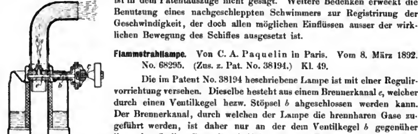

Fig. 1.

Eine auf der Friktionsrolle N (Fig. 1) aufgeklebte Punktirscheibe versieht den photographischen Streifen in gleichen Zeitintervallen mit Lochungen. Um die Geschwindigkeit des Schiffes mitzuverzeichnen, wird ein diagonal laufender Spalt W in einer rechteckigen Platte angebracht. Diese Platte trägt am einen Ende eine verstellbare Feder w (Fig. 2); mit dem andern ist dieselbe an einem Schwimmer befestigt, der hinter dem Schiffe herschleppt. Der vom Wasser dem Schwimmer entgegengesetzte Widerstand ändert sich mit der Geschwindigkeit des Schiffes; in Folge dessen nimmt auch der Spalt W je nach der Geschwindigkeit des Schiffes eine veränderte Lage ein. Die Stellung desselben wird dann auf dem Papierstreifen gleichfalls sichtbar. Die Ordinaten der

Fig. 2.

Kurve, gemessen von einer Basislinie, welche die Ruhelage eines Schiffes darstellt, bezeichnet alsdann die jeweilige Geschwindigkeit des Fahrzeuges.

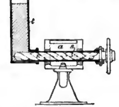
Referent weist auf die Unzulänglichkeit der Einrichtung hin. Der Zweck, während der Fahrt verwerthbare Ortsbestimmungen zu gewinnen, wird schon deshalb nicht erreicht, weil die Kurve erst nach bestimmter Zeit, in welcher das lichtempfindliche Band entwickelt werden muss, zur Verfügung steht. Ob dies während der Fahrt oder nach Beendigung derselben geschieht, ist in dem Patentauszuge nicht gesagt. Weitere Bedenken erweckt die Benutzung eines nachgeschleppten Schwimmers zur Registrirung der Geschwindigkeit, der doch allen möglichen Einflüssen ausser der wirklichen Bewegung des Schiffes ausgesetzt ist.



Flammstrahllampe. Von C. A. Paquelin in Paris. Vom 8. März 1892. No. 68295. (Zus. z. Pat. No. 38194.) Kl. 49.

Die im Patent No. 38194 beschriebene Lampe ist mit einer Regulirvorrichtung versehen. Dieselbe besteht aus einem Brennerkanal *e*, welcher durch einen Ventilkegel bezw. Stöpsel *b* abgeschlossen werden kann. Der Brennerkanal, durch welchen der Lampe die brennbaren Gase zugeführt werden, ist daher nur an der dem Ventilkegel *b* gegenüber liegenden Stelle offen. Durch Näherung oder Entfernung des letzteren von aussen her durch Vermittlung der Schraube *c* wird die Gaszufuhr und damit die Flammenstärke und deren Intensität regulirt.

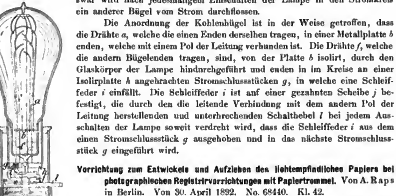
Ladevorrichtung für Magnesiumblitzlampen. Von F. Besle in Weimar. Vom 27. März 1892. No. 68090. Kl. 57.



Diese Vorrichtung besteht aus einer in einem Rohr gelagerten Transportschnecke *w*, mittels welcher das Pulver aus einem Behälter *t* durch einen Schlitz *s* der Rohrwandung hindurch in den Laderaum *a* befördert wird. Das Festsetzen des Pulvers in dem hinter dem Schlitz belegenen Theil der Schnecke wird dadurch vermieden, dass in diesem die Schneckenwindungen im umgekehrten Sinne verlaufen.

Umschalter für Glühlampen mit mehreren Kohlenbügeln. Von P. Scharf in Wien. Vom 1. Juli 1892. No. 68269. Kl. 21.

Die Kohlenbügel der Glühlampen werden der Reihe nach zum Leuchten gebracht, und zwar wird nach jedesmaligem Einschalten der Lampe in den Stromkreis ein anderer Bügel vom Strom durchflossen.



Die Anordnung der Kohlenbügel ist in der Weise getroffen, dass die Drähte *a*, welche die einen Enden derselben tragen, in einer Metallplatte *b* enden, welche mit einem Pol der Leitung verbunden ist. Die Drähte *f*, welche die andern Bügelenden tragen, sind, von der Platte *b* isolirt, durch den Glaskörper der Lampe hindurchgeführt und enden in im Kreise an einer Isolirplatte *h* angebrachten Stromschlussstücken *g*, in welche eine Schleiffeder *i* einfällt. Die Schleiffeder *i* ist auf einer gezahnten Scheibe *j* befestigt, die durch den die leitende Verbindung mit dem andern Pol der Leitung herstellenden und unterbrechenden Schalthebel *l* bei jedem Ausschalten der Lampe soweit verdreht wird, dass die Schleiffeder *i* aus dem einen Stromschlussstück *g* ausgehoben und in das nächste Stromschlussstück *g* eingeführt wird.

Vorrichtung zum Entwickeln und Aufziehen des lichtempfindlichen Papiers bei photographischen Registrirvorrichtungen mit Papiertrommel. Von A. Raps in Berlin. Von 30. April 1892. No. 68440. Kl. 42.

Um das lichtempfindliche Papier und zwar ohne Benutzung einer Dunkelkammer entwickeln zu können, wird über die Trommel in der lichtdichten Kammer der Vorrichtung mittels einer luftdichten Kappe eine Schutzhülse geschoben, welche die Trommel lichtdicht umschliesst. Der Entwickler wird in den Zwischenraum zwischen Trommel und Schutzhülse gegossen. Zum Aufbringen des lichtempfindlichen Papiers auf die Trommel dient ein besonderer lichtdichter Kasten mit zwei Aermeln.

Rechenschieber. Von A. Beyerlen in Stuttgart. Vom 13. September 1892. No. 68400. Kl. 42.



Auf dem oberen Theil der Hülse *a* sind die Ziffern 0 bis 9 angebracht, während die auf dem Schieber *b* befindliche Ziffer unter diejenige der oberen Reihe gebracht wird, mit welcher man eine Rechnungsart ausführen will. Auf der Rückseite des Schiebers *b* befinden sich die entsprechenden Resultatzahlen in umgekehrter Reihenfolge. Dreht man den Rechenstab um, so kann man in der Oeffnung *c* die gesuchte Zahl ablesen.

Für die Werkstatt.

Hilfswerkzeug für die Drehbank. Mitgetheilt von K. Friedrich.

Zum Zwecke der Massenherstellung von Façontheilen für Stempelapparate benutzt Herr Mechaniker B. Bartling eine für den Handgebrauch konstruirte Einrichtung, welche einfach und zweckmässig erscheint und durch Zufügung gewisser Ergänzungsstücke zu einem viel zu verwendenden Werkzeug ausgebildet werden kann. Die Vorrichtung ist in der beistehenden Figur abgebildet und stellt einen für viele Zwecke ausreichenden Ersatz für den Revolversupport an Façondrehbänken dar.

Auf die ebene Platte *A* ist das Klötzchen *B* um eine in *A* gelagerte Axe drehbar aufgesetzt. Die Drehung von *B* wird einerseits durch die Stellschraube *s* geregelt und begrenzt, andererseits durch die Nase *n* eingeschränkt. Als Anschlag dient in jedem Falle ein aus der Platte *A* heraustretender Ansatz *C*, der nach beiden in Betracht kommenden Richtungen radiale Flächen besitzt. Der Façonstahl *F* findet sein Lager im Klötzchen *B* und lässt sich mittels der Schraube *t* in radialer Richtung gegen die Umdrehungsaxe des zu bearbeitenden Stückes verschieben, sobald mittels der Schraube *s* diese radiale Richtung des Stichels eingestellt ist. An *B* sitzt ferner eine Verstärkung *D*, durch welche zwei Schrauben *r* und *u* gehen. *r* dient als Anschlag zur Begrenzung der Arbeit des Façonstahles und kann natürlich beliebig eingestellt werden. Schraube *u* stellt die Länge des fertig bearbeiteten Stückes für das Abstechen ein. Zu dieser Arbeit ist auf Platte *A* ein parallelepipedisches Stück *E* aufgesetzt, welches einen passenden Schlitz hat, um den Abstechstahl *G* hindurchzulassen und ihm eine geradlinige, radiale Führung zu geben. Bewegt wird *G* durch den mit Handgriff versehenen Hebel *H*, der mittels eines Doppelgelenkes an einem Anguss der Platte *A* sitzt.



Die Stichel sind so angeordnet bezw. können so gerichtet werden, dass sie radial gegen die Axe des zu bearbeitenden Stückes verschoben werden, auf welches die Vorrichtung mittels einer in *A* eingesetzten, genau passenden gehärteten Stahlbuchse *J* aufgeschoben wird. Klötzchen *B* wird mit der Schraube *s* gegen den Anschlag *C* gelegt; dabei kommt zugleich Schraube *r* in die Axe des Arbeitsstückes zu liegen, und nun wird die Vorrichtung auf dem letzteren fortbewegt, bis der Ansatz von *r* an die Endfläche des Arbeitsstückes anstösst. Jetzt wird *B* gedreht, so dass *n* an *C* anliegt und *u* in die Axe des Arbeitsstückes zu liegen kommt, der Ansatz an *u* gegen die Endfläche des letzteren angelegt und durch Bethätigung des Hebels *H* das fertige Stück mit dem Abstechstahl *G* abgestochen.

Es scheint nichts im Wege zu sein, durch Hinzufügen von weiteren Anschlagschrauben und Sticheln, durch Einsetzen verschiedener Buchsen das Werkzeug möglichst universal zu machen.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Prof. Dr. Abbe und H. Haensch.

Redaktion: Prof. Dr. A. Westphal in Berlin.

XIV. Jahrgang. **Juni 1894.** Sechstes Heft.

Die Justirung und Prüfung von Fernrohrobjektiven.

Von der Firma T. Cooke & Söhne zu York.[1]

Mit Genehmigung der Herausgeber übersetzt von Dr. R. Straubel in Jena.

(Schluss.)

Mechanische Spannungen.

Jede die Linsen verzerrende Spannung kann die „Definition" eines Objektivs in hohem Grade beeinträchtigen, indessen hängt, wie später gezeigt werden wird, die Höhe des verursachten Schadens sehr eng mit der Gestalt der Krümmungen und dem Dickenverhältniss der Kron- und Flintlinse zusammen.

Solche Spannungen können auf folgende Weisen entstanden sein:

1) Durch Druck der Fassung auf das Objektiv, sei es nun in der Ebene desselben oder senkrecht zu dieser. 2) Durch Ungleichheit der Temperatur in und ausserhalb des Objektivs. 3) Durch mangelhafte Kühlung des Linsenmaterials bei der Herstellung. 4) Durch Durchbiegung der Linsen zwischen ihren Anflagepunkten in Folge ihres Eigengewichtes; doch tritt dieser Fehler in höherem Grade erst bei den grösseren z. B. mehr als sechszölligen (15 *cm*) Objektiven hervor.

1. Ein Objektiv soll niemals in der Richtung seiner eigenen Ebene von der Fassung fest umschlossen sein; es soll vielmehr zwischen den Linsen und der Fassung bei gewöhnlicher Temperatur so viel Spielraum sein, dass bei den niedrigsten Temperaturen, bei denen man das Objektiv voraussichtlich benutzt, die Fassung die Linsen gerade, ohne zu klemmen, berührt. Am besten ist es, wenn das Objektiv mit der Fassung nur an drei gleich weit von einander abstehenden Punkten seines Randes in Berührung kommt und die Fassung zu diesem Zwecke mit drei Vorsprüngen an ihrer inneren zylindrischen Fläche versehen ist. Sind diese fest, so muss der oben gekennzeichnete Spielraum vorhanden sein; hat man es indess mit einem Präzisionsinstrumente z. B. einem Durchgangsinstrumente zu thun, so dürfte es nöthig sein, dass einer der drei Vorsprünge mittels einer Sprungfeder das Objektiv fortwährend gegen die beiden anderen anpresst und dadurch jede seitliche Verschiebung, welche die Genauigkeit der Kollimation stören würde, verhindert. Der hierzu nöthige Druck braucht nicht so stark zu sein, um schädlich zu wirken; auch kann schon an und für sich ein auf drei acquidistante Punkte gleichmässig vertheilter Druck niemals so schädlich sein als ein unregelmässig am Rande wirkender, der bei

a b c

Fig. 25.

[1]) *On the adjustment and testing of telescopic objectives.* T. Cooke & sons, *Buckingham works, York. York: Printed by* Ben Johnson and Co., *100 and 101, Nickle gate.*

niedriger Temperatur bei fest schliessenden Fassungen ohne Vorsprünge vorhanden sein würde. Fig. 25 (a. v. S.) zeigt die Wirkung einer solchen Verzerrung.

Noch nöthiger ist bei Objektiven von mehr als 10 bis 12 *cm* Oeffnung, dass der Rand der Flintlinse sich nicht irgendwo aufs Gerathewohl auf den Flansch legen darf, sondern dass dieser letztere mit drei kleinen Vorsprüngen (*P*, *P*, *P* Fig. 9 a. S. 116) versehen ist, die in ihrer Lage denjenigen, welche die Linse seitlich begrenzen, entsprechen. Würde man nämlich selbst annehmen, dass der Flansch der Fassung mit mathematischer Genauigkeit gedreht wäre, so würde es doch nahezu unmöglich sein, die Flintlinse mit vollständiger Sicherheit ringsum zum Berühren zu bringen; thatsächlich würde nämlich das Flint auf irgend welchen zufällig vorhandenen Staubtheilchen ruhen; falls diese Staubtheilchen nun zufälliger Weise nahezu an den entgegengesetzten Enden eines Objektivdurchmessers liegen, würde offenbar die Linse sich beiderseits von dieser Linie durchbiegen und in der Nähe des Brennpunktes die durch Fig. 25a wiedergegebene stark astigmatische Erscheinung verursachen. In Folge der Anwesenheit von Staub ist demnach diese Methode, die Linse zu lagern, nicht sicher. Aber auch abgesehen vom Staub ist es, mag der Flansch auch noch so genau gearbeitet sein, nahezu unmöglich, sich darüber Gewissheit zu verschaffen, ob dieser nicht doch bei der Befestigung etwas verzogen worden ist. Aus diesen Gründen ist es nothwendig, die Linsen an drei äquidistanten Punkten zu lagern und seitlich zu begrenzen. Ferner darf auch die Kronlinse nicht irgendwo auf dem Rande des Flint ihr Lager finden, vielmehr soll man drei Auflagen aus Stanniol, Papier oder sehr dünnen Kartenblättchen machen und diese am Rande der Flintlinse direkt über den Vorsprüngen, die das Flint selbst tragen, festkleben. Dann wird das Gewicht der Kronlinse direkt durch das Flint hindurch auf die Unterstützungspunkte des letzteren übertragen. Schliesslich soll auch der Kontrering oder obere Flansch, der das Kron von oben abschliesst, mit drei kleinen Vorsprüngen versehen sein, die gerade über den vorhin angegebenen zwei Sätzen von Unterstützungspunkten liegen müssen. Dieser obere Ring soll auf das Kron keinen grösseren Druck ausüben, als unbedingt erforderlich ist, um das Drehen der Linse beim Abwischen oder anderen Hantirungen zu verhindern. Man sieht, dass jeder Druck auf die Punkte des Objektivs, die direkt unter sich Unterstützungspunkte haben, geringe oder gar keine verzerrende Wirkungen auf die Linsen ausübt. Diese werden gehalten und unterstützt an drei gleich entfernten Punkten, und sind mit nichts anderem in Berührung. In Objektiven von 30 und mehr Zentimeter Oeffnung vermeidet man besser auch den Druck von Seiten des Kontreringes und gestattet dem Objektiv senkrecht zu seiner Ebene etwas Spielraum, denn das Gewicht der Linsen ist vollständig hinreichend, Drehungen zu verhindern.

2. Es ist äusserst wichtig zu wissen, dass ein sich abkühlendes Objektiv nicht das Maximum seiner Leistungsfähigkeit besitzen kann, und dass demnach ein Teleskop, welches man aus dem Hause heraus in die kalte Nachtluft bringt, erst eine Zeit lang stehen muss. Einem Sechszöller (15 *cm*) muss man z. B. mindestens eine halbe Stunde zur Temperaturausgleichung lassen, ehe man erwarten kann, höhere Vergrösserungen mit Vortheil zu benutzen.

Wenn ein Objektiv im Tubus sitzt und niedrigerer Temperatur ausgesetzt wird, so kühlt es sich am schnellsten auf der Aussenseite des Kron ab und auch die Rückseite des Flint kühlt sich schneller ab als seine Innenseite. Die Krümmung der ersten Fläche wird demnach geringer und die der zweiten nimmt zu; ferner

wird beim Flint die Vorderfläche flacher und die Hinterfläche tiefer. Die Gesammtwirkung davon ist die gleiche, als ob das Objektiv sphärisch unterkorrigirt wäre. Fig. 15 (S. 156) giebt die Erscheinung innerhalb der Brennweite und Fig. 15a die ausserhalb der Brennweite annähernd wieder, indess kann dieselbe in sehr kalten Nächten in Wirklichkeit noch viel schlimmer aussehen. Bei gegebener Temperaturdifferenz nimmt die Wirkung mit der Grösse des Objektivs zu; da indess die grossen Teleskope unveränderlich in Beobachtungsräumen aufgestellt sind, deren innere Temperatur fast mit der äusseren Lufttemperatur übereinstimmt, so ist der Temperaturausgleich im Objektiv schon im Anfang sehr gering und das Instrument kann sofort benutzt werden. Trifft es sich dagegen, dass auf einen sehr heissen Tag plötzlich eine kalte Nacht folgt, so kann dies bei Anbruch der Nacht sehr beträchtliche Störungen im Objektiv zur Folge haben und es kann eine Stunde und darüber nach Oeffnung der Schieber (Laden) vergehn, ehe die Bilder gut erscheinen. Auch verursacht die Abkühlung des Tubus und der darin befindlichen Luft eigenthümliche langsame Flackererscheinungen und unter Umständen ausgesprochene astigmatische Wirkungen, die aus der Wanderung von warmer Luft nach dem oberen Ende des Tubus hin zu erklären sind.

3. Es giebt sehr wenige grosse Scheiben, die bei der Prüfung mit polarisirtem Lichte nicht ein mehr oder weniger dunkles Kreuz zeigen; ist dieses Kreuz indess symmetrisch und fällt sein Mittelpunkt mit dem Mittelpunkt der Scheibe oder Linse zusammen, so wird die hierdurch angezeigte mangelhafte Kühlung wahrscheinlich nicht merklich die Definition (das „Korn“) stören, denn die Aenderung der Dichtigkeit oder des Brechungsvermögens der Scheibe wächst in diesem Falle von der Mitte nach dem Rande; der hierdurch eingeführte Fehler entspricht vollständig sphärischer Aberration und kann demnach durch eine kleine Veränderung in den Flächen vollständig aufgehoben werden. Zeigt sich andererseits bei Anwendung polarisirten Lichtes ein sehr unregelmässiges, missgestaltetes Kreuz oder ein unregelmässig fleckiges Aussehen, so ist zu schliessen, dass auch die Kühlung sehr unregelmässig und mangelhaft ist und wahrscheinlich verlaufende Licht-Flügel und -Pinsel in und in der Nähe der Brennebene die Folge sein werden (vergl. Fig. 12c a. S. 119). Mängel in Folge schlechter Kühlung werden allgemein dann hervortreten, wenn im Objektiv Temperaturausgleiche stattfinden. Bevor indess ein Verfertiger von Ruf an die Bearbeitung einer Scheibe für ein grösseres astronomisches Objektiv geht, wird er diese in polarisirtem Lichte untersuchen und, falls er sie nicht für genügend hält, entweder zurückweisen oder von neuem kühlen.

4. Wir haben jetzt die wichtigen Wirkungen der Linsen in Folge ihres Eigengewichtes zu betrachten. Kaum erwähnt zu werden braucht, dass die Flintlinse weit mehr der Durchbiegung unterliegt als die Kronlinse und zwar nicht allein wegen des schwereren Materials, sondern auch, weil ihre Gestalt sehr wenig den Anforderungen der Festigkeit entspricht und drittens noch aus einem anderen später zu erwähnenden Punkte.

Die Durchbiegung oder das „Hängen“ einer Linse soll in zwei Fällen betrachtet werden: 1. Es ist Durchbiegung vorhanden vom Rand nach der Mitte oder von der Mitte nach dem Rand. Dies ist die einzig mögliche Art von Durchbiegung, falls die Linse in allen Punkten des Randes vollkommen anliegt, und ihre Wirkung hat den Charakter von positiver oder negativer sphärischer Aberration. Aus diesem Grunde kann die Wirkung einer solchen symmetrischen Durchbiegung durch geeignete Flächengestalt wenigstens

15*

für ganz oder nahezu vertikale Lagen des Teleskops, in denen die Schwerkraft am meisten auf die Durchbiegung der Linsen hinwirkt, aufgehoben werden. 2. Die Durchbiegung hingegen, welche in dem Hängen der nicht unterstützten Theile des Randes besteht, ist von wesentlich verschiedener Wirkung. Ist die Kronlinse, wie oben angegeben, an drei Punkten unterstützt, so senken sich die dazwischen liegenden nicht unterstützten Theile etwas unter dem Einflusse ihres Eigengewichtes, während die drei unterstützten Theile relativ nach oben gebogen sind. Unter der Annahme, dass die Flintlinse vollkommen frei von Durchbiegung ist, hat dies die Wirkung, dass die Strahlen, welche die nicht unterstützten Theile des Randes passiren, eine zu grosse, und diejenigen, welche die unterstützten Theile des Randes passiren, eine zu kleine Vereinigungsweite bekommen. Untersucht man das Bild innerhalb der Brennweite, so wird man ein dreieckiges Ringsystem wie Fig. 12b (S. 119) bemerken, in dem die vorspringenden Ecken den nicht unterstützten Theilen des Kron entsprechen. Setzte man andererseits das Kron vollkommen frei von Durchbiegung voraus und betrachtete die Verbiegung des Flint, so würden natürlich die nicht unterstützten Theile ebenfalls herabhängen und die unterstützten Theile aufwärts gebogen sein. Dies hat die Wirkung, dass die Strahlen, welche die nicht unterstützten Theile des Randes durchsetzen, eine zu kleine, die anderen Strahlen eine zu grosse Vereinigungsweite bekommen. Nun fallen aber die unterstützten Stellen der Flintlinse mit den unterstützten Stellen der Kronlinse zusammen. Es sind daher die Wirkungen der Durchbiegung auf die Vereinigungsweite beim Flint gerade entgegengesetzt denen beim Kron und werden sich also bei gleicher Grösse aufheben. Haben wir also zwei Scheiben, so sollte ein bestimmtes Verhältnis zwischen der Dicke des Kron und des Flint vorhanden sein, damit die Durchbiegungen der beiden Linsen sich aufheben. Leider lassen sich die Bedingungen hierfür nicht mit Sicherheit berechnen, da die Grösse der Durchbiegung eine Funktion verschiedener Faktoren ist, unter denen sich auch die höchst unsichere, weil von der Kühlung stark abhängige Elastizität befindet. Thatsächlich heben sich bei vielen mittelgrossen Objektiven von 15 bis 20 *cm* Oeffnung die Durchbiegungen vollständig auf, während in anderen Fällen, besonders in guten Nächten, eine deutlich wahrnehmbare Neigung zur Dreiecksgestalt nachgewiesen werden kann. Dreht man in letzterem Falle die Linsen in ihrer Ebene, so zeigt sich, dass die Lage des Bildes eine ganz deutliche Beziehung zu den Auflagepunkten hat und man kann überdies sehen, ob die Krümmung des Kron oder die des Flint überwiegt. Die Erscheinung ausserhalb der Brennebene giebt Fig. 12b, die in der Brennebene ungefähr Fig. 12b' oder 18 (S. 159) wieder. Ein Ueberwiegen der Durchbiegung der einen oder anderen Linse, welche bei einem Objektiv von 15 *cm* gar nichts ausmacht, würde bei einem Objektiv grösserer Oeffnung — z. B. von 30 *cm* oder darüber — höchst wahrscheinlich bereits genügen, um es für feine Doppelsternbeobachtungen unbrauchbar zu machen.

Wenn auch die Möglichkeit vorliegt, dass die Wirkung bei den Durchbiegungen sich nahezu aufhebt, so ist es doch bei Weitem das Beste, ein Objektiv unabhängig vom Zufall zu machen. Dies ist dadurch möglich, dass man für den Rand geeignete Zwischenunterstützungspunkte schafft, die durch besondere Gegengewichte so gehalten werden, dass das Gewicht jeder Linse sich gleichmässig auf sie vertheilt. Es ist klar, dass die Anwendung von mehr als drei festen Punkten mit dieser nothwendigen Bedingung unverträglich wäre.

Zusammenhang zwischen der Form der Flächen und der optischen Wirkung der Durchbiegung.

Es ist wohlbekannt, dass die Ablenkung eines Strahles, der ein Prisma „im Minimum“ durchsetzt, durch eine kleine Rotation des Prismas um seine Basis — z. B. von einem Grad — nicht merklich geändert wird.

Stellen wir andererseits das gleiche Prisma so zum Strahl, dass es beträchtlich aus der Lage des Minimums der Ablenkung entfernt ist, so wird eine Drehung um einen Grad einen sehr deutlichen Einfluss auf die Ablenkung haben. Diese wohlbekannte Thatsache lässt eine sehr wichtige Nutzanwendung auf Objektive zu. Sind nämlich die Flächen so gewählt, dass in der Nähe des Randes ein Strahl das Objektiv im Minimum der Ablenkung durchsetzt, so haben die gewöhnlichen Durchbiegungen und Verzerrungen keinen Einfluss auf die Ablenkung desselben. Ein Prisma liefert das Minimum der Ablenkung, wenn der Strahl mit beiden Flächen gleiche Winkel einschliesst, und genau dasselbe ist bei einer Linse der Fall. Giebt also die Kronlinse das Minimum der Ablenkung für Randstrahlen, so wird die Vereinigungsweite durch Verzerrungen in Folge des Gewichtes oder in Folge mechanischer Spannungen nicht beeinflusst werden; bei grossen Objektiven sollte man deshalb diese Bedingung erfüllen. Soll eine Linse aus gewöhnlichem Kronglas für Randstrahlen das Minimum der Ablenkung liefern, so müssen, wenn man die einfallenden Strahlen parallel der Axe annimmt, die Krümmungsradien im Verhältniss von 8 : 25 stehen und zwar muss die stärkere Krümmung den einfallenden Strahlen zugewandt sein.

Zur Erläuterung betrachten wir ein Objektiv, dessen Kronlinse die genannte Bedingung erfüllt; Fig. 26 möge den Querschnitt einer solchen Linse, deren Oeffnung wir zu 30 *cm* annehmen wollen, vorstellen.

Soll das Ojektiv eine Brennweite von 450 *cm* haben, so wird die Brennweite des Kron ungefähr 172,5 *cm* betragen. Die Randstrahlen werden dann eine Ablenkung von ungefähr 5° erleiden. Legt man in den Schnittpunkten zwei Tan-

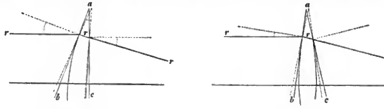


Fig. 26. Fig. 26a.

genten an die Kurven, so ist dadurch ein Prisma *bac* gegeben, dessen Wirkung auf den Strahl *rr* genau derjenigen der Linse gleich ist. Nehmen wir jetzt an, die Linse neige sich mit ihrem Rande nach rechts, wie das bei horizontaler Lage unter der Wirkung ihres eigenen Gewichtes der Fall sein würde, so werden die beiden Tangenten die Lage der punktirten Linien in Fig. 26 einnehmen und das Prisma *bac* sich um einen kleinen Winkel drehen. Ist der Prismenwinkel 9° 30′ und der Brechungsexponent des betreffenden Strahles 1,52, so wird die minimale Ablenkung 4° 57′ 42,″64 betragen. Neigt sich nun die Linse so stark nach rechts, dass die Tangenten *ba* und *ac* eine Drehung von 30′ erleiden, was in Wirklichkeit unmöglich vorkommen kann, so würde doch die Ablenkung nur um eine Bogensekunde wachsen.

Stellen wir jetzt das gleiche Prisma von 9° 30′ in die in Fig. 26a dargestellte Lage, so dass der Einfallswinkel an der ersten Fläche nur ungefähr ein Drittel von dem Austrittswinkel an der zweiten Fläche ist; dies würde ungefähr der Stellung des Kron in einem Objektiv des zweiten Typus Fig. 6 (S. 115) entsprechen, der ja bekanntlich den Vortheil grossen Gesichtsfeldes hat; das Verhältniss der Radien ist 5 : 3 oder darüber und die zweite Fläche bricht den Strahl ungefähr dreimal so stark als die erstere. Nehmen wir bei dieser Stellung eine Drehung nach rechts von der Grösse an, dass die Tangenten *ba* und *ac* gerade wie vorhin um 30′ sich neigen, so wird die Ablenkung des Strahles um nicht weniger als 18 Bogensekunden sich ändern. Die gleiche Verdrehung also, welche die Ablenkung eines Strahles bei einer Linse mit minimaler Ablenkung um 1 Sekunde ändert, ändert sie bei umgekehrter Stellung der Linse um 18 Sekunden. Der Unterschied würde noch viel stärker sein, falls man an Stelle der ungeheuren Verzerrung, die einer Drehung um 30′ entspricht, eine solche angenommen hätte, die für die letztere Grösse den wahrscheinlicheren Werth von 1′ ergiebt. Bedenkt man, dass bei einem Objektiv von 30 *cm* das Bild des Sternes nur eine halbe Sekunde Durchmesser hat, so ist klar, dass die Ablenkung eines Strahles von seinem eigentlichen Wege in Folge einer Verzerrung des Objektivs auch bei einem Betrage von nur einer Viertel-Sekunde dem Bilde bereits stark schaden würde.

Könnte man bei grossen Objektiven die Flächen so wählen, dass jede Linse von den Strahlen auf beiden Seiten unter gleichen Winkeln getroffen würde, so hätte man von Verzerrungen, einerlei ob dieselben durch die Schwere oder durch Temperaturungleichheiten verursacht würden, so gut wie gar nichts zu fürchten; man müsste vielmehr die Linsen bereits ausserordentlich starken Spannungen unterwerfen, ehe man eine Wirkung auf das Bild bemerken könnte. Obwohl es nun leicht genug ist, die obige Bedingung für das Kron zu erfüllen, so ist dies doch leider nicht für das Flint möglich; man müsste dann wenigstens zu einer ganz besonders schweren Sorte greifen, die aber in anderer Hinsicht wieder Einwürfe und praktische Schwierigkeiten bieten würde. Auf jeden Fall ist es bereits von grossem Vortheil, die Wirkungen einer Verzerrung allein im Kron zu beseitigen, denn das Flint kann wohl leichter am Rande gleichmässig unterstützt werden als das Kron und ist überdies in Bezug auf Verzerrung in Folge von Temperaturdifferenzen viel weniger empfindlich; letztere treten nämlich gleichmässiger und allmäliger auf und dies liegt zum Theil an der Form und zum Theil daran, dass das Flint nicht in direkter Berührung mit der äusseren Luft ist. Uebrigens besitzt auch, falls das Kron für Randstrahlen sich im Minimum befindet, das Flint auf jeden Fall näherungsweise die Gestalt für das Minimum der Ablenkung.

Wir haben schon früher erörtert, dass ein Objektiv von der eben besprochenen Form, welche ungefähr zwischen den in Fig. 3 und 4 (S. 114) dargestellten liegt, nur ein verhältnissmässig kleines Gesichtsfeld mit guter Korrektion besitzt. Dies ist allerdings ein Grund gegen diese Form, aber man muss bedenken, dass bei grossen Objektiven das wirkliche Gesichtsfeld selbst bei den schwächsten Vergrösserungen im Verhältniss zur Grösse des Fernrohres sehr klein ist und demnach dieser Einwurf praktisch nicht viel zu bedeuten hat. Da indess diese Form selbst gegen die kleinsten Justirungsmängel sehr empfindlich ist, so würde es rathsam sein, die Justirung vom Okularende des Teleskops aus vornehmen zu können. In dem Maasse, als die Objektive sich von dem Typus Fig. 3 entfernen und den Typen Fig. 6 und 7 nähern, werden sie andererseits wieder mehr empfindlich gegen

irgend wie hervorgebrachte Verzerrungen und Spannungen, was man auch praktisch voll bestätigt findet. Die meisten Beobachter haben keine Kenntniss von der Schwierigkeit, selbst kleinere Objektive so zu montiren, dass bei der Prüfung durch Reflexion keine Verzerrungen an den Flächen sich beobachten lassen. Glücklicherweise ist die Wirkung einer Verzerrung bei der Brechung nur ungefähr $^{1}/_{200}$ von der bei der Reflexion und zwar selbst bei der Form der Kronlinse, die in dieser Beziehung am ungünstigten ist.[1])

Terrestrische Fernrohre.

Refraktoren, die für terrestrische Zwecke konstruirt sind, können auf die Qualität ihrer Objektive natürlich in der gleichen Weise wie zu astronomischen Zwecken bestimmte geprüft werden; freilich muss man sie hierbei mit ihren eigenen bildaufrichtenden Okularen benutzen, denn ein Objektiv muss beträchtlich chromatisch überkorrigirt sein, um mit einem bildaufrichtenden Okular ein achromatisches Bild zu liefern. Man darf deshalb bei der Prüfung eines solchen Objektivs mit einem Huygens'schen oder Ramsden'schen Okular von vornherein keine guten Resultate erwarten und vor allem nicht bei Anwendung starker Vergrösserungen und Benutzung von Sternen. Erscheint bei einem terrestrischen Fernrohr, welches man mit seinem richtigen bildumkehrenden Okular in gewöhnlicher Weise anwendet, die Definition bereits mangelhaft, so kann man dasselbe eingehend an einem natürlichen oder künstlichen Stern prüfen. Letzteren erhält man, indem man eine glänzende Thermometerkugel in die Sonne bringt und zwar in einer Entfernung von mindestens 100 *m*. Das kleine virtuelle Sonnenbildchen in der Kugel zeigt dann alle Merkmale eines wirklichen Sternes, speziell das falsche Scheibchen und die Ringe. Das Sonnenbild in der Kugel hat nämlich, wenn die Kugel nicht ungewöhnlich gross oder die Entfernung zu nahe ist, im Fernrohr einen viel kleineren Durchmesser als das falsche Scheibchen.

Reflektoren.

Der Reflektor kann in genau der gleichen Weise geprüft werden wie der Refraktor. In der Brennebene sieht man das gleiche falsche Scheibchen und innerhalb und ausserhalb desselben die gleichen Ringsysteme. Auch Fehler in der Fläche und Verzerrungen offenbaren sich in der gleichen Weise wie beim Refraktor.

Die „Messerschneidenmethode".

Es ist uns nicht bekannt, wer diese Prüfungsmethode zuerst erfunden hat, indess hat Wassall eine vollständige Auseinandersetzung ihrer Theorie und Benutzung vor der Liverpooler astronomischen Gesellschaft gegeben und zugleich auch sehr parteiisch und übertrieben ihre Ueberlegenheit über alle anderen Methoden behauptet. Da wir glauben, dass viele Dilettanten und zwar besonders diejenigen, die für sich selbst Reflektoren anfertigen, der Meinung von Wassall beipflichten, so wollen wir im Folgenden eine Vergleichung zwischen den beiden Methoden und ihren Vortheilen und Nachtheilen geben.

Die Theorie der von uns in dem Vorhergehenden gegebenen und vertheidigten Prüfungsmethode lässt sich leicht an den Fig. 27 und 28 verstehen; in denselben

[1]) Eine Aenderung von 30' in der Flächenneigung des oben erwähnten Prismas ändert den gebrochenen Strahl um 18", den reflektirten um 2.30'; das Verhältniss ist also 18"/3600" = 1/200.

bedeutet *oo* die Oeffnung des Objektivs, *l* ein einfaches Okular, *eee* das Auge und *b* den Brennpunkt, in dem das Bild entsteht. Die von *b* divergirenden Strahlen werden durch die Linsen des Okulars und das Auge gebrochen und vereinigen sich wieder genau auf der Netzhaut; natürlich muss das Okular richtig auf *b* eingestellt und Okular wie Auge frei von sphärischer Aberration sein; letzteres ist zwar bei stärkerer, indess vielleicht nicht bei schwächerer Vergrösserung der Fall.

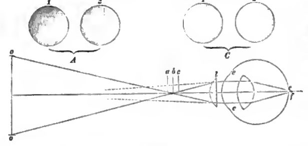


Fig. 27.

Nehmen wir nun an, dass Okular und Auge um die Entfernung *ba* nach innen verschoben werden. Die von *b* kommenden Strahlen treten dann so stark divergent in das Auge, dass sie sich erst hinter der Netzhaut (in *f*) vereinigen und demnach eine leuchtende Scheibe anstatt eines Punktes bilden. Da ferner die Ebene, auf welche Auge und Okular genau eingestellt sind, nach dem Objektiv zu verlegt ist, so schneidet dieselbe aus dem Strahlenkegel einen Querschnitt heraus, und es folgt aus optischen Gesetzen, dass die Lichtscheibe auf der Netzhaut das wahre Bild und die genaue Wiedergabe dieses Querschnittes ist.

Gehen wir andererseits mit Okular und Auge um die Strecke *bc* nach aussen, so wird unsere Einstellungsebene in *c* (Fig. 28) liegen. Auf der Netzhaut wird eine leuchtende Scheibe vorhanden sein, die aus den Strahlen gebildet wird, die von *b* kommen, sich vor der Netzhaut vereinigen und dann wieder divergiren. Gleichzeitig lässt sich zeigen, dass die Scheibe auf der Netzhaut ein genaues Abbild des von der Ebene *c* aus dem Strahlenkegel herausgeschnittenen Querschnittes ist. Vereinigen sich die von *oo* kommenden Strahlen genau in *b*, so ist klar, dass Schnitte durch den Strahlenkegel auf entgegengesetzten Seiten und in gleichen Abständen von *b*, abgesehen von der Farbe, in jeder Beziehung gleich, und bei einem vollständig achromatischen Objektiv absolut gleich sein werden. Die leuchtende Scheibe auf der Netzhaut muss ferner eine gewisse Grösse haben, ehe sie gross genug erscheint, um in ihren Details untersucht werden zu können, und diese Grösse steht für ein gegebenes Okular in einem bestimmten Verhältniss zu der Grösse der Querschnitte in *a* und *c*; nimmt man ein doppelt so starkes Okular, so ist klar, dass auch das Verhältniss zwischen linearer Grösse des Netzhautbildes und dem Durchmesser der Schnitte in *a* und *c* verdoppelt sein wird, und dass demnach Okular und Auge jetzt auf einen mitten zwischen *b* und *c* gelegenen und halb so grossen Querschnitt des Strahlenkegels eingestellt sein können, ohne

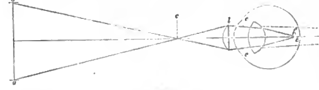


Fig. 28.

dass die Grösse des Bildes auf der Netzhaut sich verändert. Je höhere Vergrösserungen also benutzt werden, um so näher können die zu untersuchenden Querschnitte durch den Strahlenkegel an der Brennebene *b* liegen, und zwar ist die Entfernung umgekehrt proportional der Vergrösserung. Es ist klar, dass, falls die Strahlen sich nicht genau im Brennpunkt *b* vereinigen, diese Schnitte bei starker Vergrösserung sehr deutlich diesen Fehler zeigen werden. Handelt es sich um geringe sphärische Aberration, so wird die Helligkeit bei einem Schnitte innerhalb der Brennweite (Fig. 16 a. S. 156) nach dem Rande zu grösser sein als bei einem entsprechenden Schnitte ausserhalb der Brennweite (Fig. 16a), letzterer wird nach dem Rande zu etwas verwaschen erscheinen.[1])

In Fig. 29 ist ein Fall sehr starker Aberration dargestellt, wie man ihn vielleicht bei einem rein sphärischen Spiegel erhalten würde. Der Brennpunkt für die Zentralstrahlen liegt in *f*, der für die Randstrahlen in *a*, so dass *af* die gesammte Longitudinalaberration ist. Der kleinste Zerstreuungskreis muss

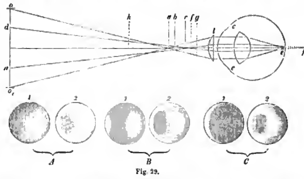


Fig. 29.

dann in *b*, um $^1/_4$ der Strecke *af* von *a* entfernt liegen, während der um die gleiche

[1]) Wenn Aberrationen in einem Objektive vorhanden sind, so lässt sich zeigen, dass ein Querschnitt durch den Strahlenkegel in einer gewissen Entfernung vom Brennpunkt Variationen und Unregelmässigkeiten in seiner Helligkeit, sogenannte Zonenbildung zeigt, und dass die relative Helligkeit der verschiedenen Theile des Querschnittes im umgekehrten quadratischen Verhältniss der Axenentfernungen zwischen dem Schnitt und den Schnittpunkten der betreffenden Strahlen mit der Axe steht.

Wenn z. B. ein Objektiv eine Zone besitzt, deren Strahlen die Axe 0,25 *mm* vor dem Brennpunkte schneiden, und man betrachtet einen Querschnitt, der 5 *mm* innerhalb der Brennweite liegt, so dass also die Entfernung dieses Schnittes von dem Schnittpunkt der Strahlen der Zone 4,75 *mm* beträgt, so wird die Helligkeit des Schnittes an der Stelle, wo er von den Zonenstrahlen durchsetzt wird, sich zur übrigen Helligkeit wie $(5,00)^2 : (4,75)^2$ oder ungefähr wie 10 : 9 sich verhalten. Es bedarf kaum der Erwähnung, dass eine solche Zone mit einem Plus von 11% Helligkeit der Beobachtung nicht entgehen kann und vor allem nicht, wenn ihr Vorhandensein durch eine entsprechende Zone mit einem Minus von 10% Helligkeit, die sich in einem Schnitte 5 *mm* hinter dem Brennpunkt befindet, bestätigt wird. Die obige Regel gilt indess nur für einen Lichtpunkt, wie z. B. einen Stern. Hätte man auf einen Gegenstand von endlicher Grösse eingestellt, so würden die Helligkeitsänderungen in einem Querschnitt durch den Strahlenkegel durch $d^2/(D/r+d)^2$ dargestellt werden; darin bedeutet *d* den Durchmesser des vom Objekt entworfenen Bildes (z. B. einer Planetenscheibe), *D* die Axenentfernung des Querschnittes von dem Schnittpunkte irgend eines Strahles mit der Axe und *r* das Verhältniss der Brennweite zur Oeffnung. Es zeigt sich, dass mit wachsendem *d* die Helligkeitsdifferenzen in den verschiedenen Theilen des Querschnitts, die von dem Korrektionszustand des Objektivs abhängen, mehr und mehr zu verschwinden suchen. Diese Komplikation tritt dadurch ein, dass die elementaren Strahlenkegel sich mehr und mehr überdecken. Ist *d* indess gerade gross genug, um die Interferenzringe sich überdecken zu lassen und ausserhalb der Brennebene eine kontinuirliche Helligkeit zu erzeugen, so findet man, dass die Unregelmässigkeiten in Folge der sphärischen Abweichung sich mindestens so unverkennbar zeigen als bei Benutzung eines Sternes und sorgfältiger Musterung der Interferenzringe.

Strecke von *f* entfernte Punkt *c* dem Axenschnittpunkt der mitten zwischen Zentrum und Rand den Spiegel treffenden Strahlen entspricht. Sind Auge und Okular auf *a* eingestellt, so werden natürlich die Randstrahlen, die sich in *a* schneiden und dort einen wenn auch schlecht begrenzten hellen Punkt bilden, sich wieder zu einem solchen auf der Netzhaut vereinigen, während die anderen auf dieser einen verschwommenen Hof bilden; diese letzteren divergiren nämlich von den zwischen *a* und *f* liegenden Punkten, und müssen demnach ihre Vereinigungspunkte hinter der Netzhaut haben. Daraus lässt sich erkennen, dass das Netzhautbild dem durch den Strahlenkegel in *a* gelegten Schnitt ähnlich sein muss.

Wir wenden uns jetzt zur Erläuterung der „Messerschneidenmethode". Bei dieser nimmt man ein so schwaches Okular, dass das Auge auf einen Querschnitt wie *g* oder *h* eingestellt sein kann, ohne dass dieser zu gross oder zu lichtschwach erscheint. Liegen die Schnitte weit genug vom Brennpunkt, so wird die Lichtvertheilung ziemlich gleichförmig und regelmässig. Man kann auch vom Okular ganz absehen und das Auge an einen Punkt kurz hinter *f* bringen, wo das Licht den Spiegel bis zum Rand ausfüllt. Ein Messer werde dann mit seiner Schneide senkrecht zur Ebene des Papiers von rechts nach links quer durch den Strahlenkegel in der Ebene *a* geführt. Die ersten getroffenen Strahlen werden die in der Nähe von *d* sein und das Auge sieht demnach eine leuchtende Scheibe A_1 mit einem dunklen Fleck rechts von der Mitte. Erreicht die Messerschneide genau die Mitte, so wird der dunkle Fleck noch bleiben; dagegen werden die äussersten Randstrahlen sämmtlich gleichzeitig abgeschnitten und nur die Strahlen um *n* entgehen vollständig dem Messer. Die Scheibe wird demnach wie in A_2 aussehen.

Bringt man das Messer in die Ebene *b* und durchschneidet den kleinsten Zerstreuungskreis, so werden zunächst die Strahlen von *d* und *o* gleichzeitig abgeschnitten (B_1). Erreicht die Schneide die Axe, so ist sie im Begriff, gleichzeitig das ganze Licht der Zone, deren Brennpunkt *b* ist, abzuschneiden, und diese Zone beträgt ungefähr $^7/_8$ der ganzen Oeffnung. Nur die Strahlen von *n* und vom rechten Rande entgehen noch und wir haben einen Anblick wie in B_2. Bringt man die Schneide in die Ebene *c*, so werden zunächst die Strahlen von o_1 abgeschnitten und wir erhalten C_1. Wird die Axe erreicht, so werden alle Strahlen der Zone *d n*, die ihren Vereinigungspunkt in *c* hat, gleichzeitig abgeschnitten, und es bleibt nur das Licht zwischen der Mitte und *n* und das am linken Rande (C_2). Bezüglich der Figuren ist daran zu erinnern, dass alle negativ sind, also dunkle Partien an Stelle heller stehen und umgekehrt.

Wenden wir uns jetzt zu Fig. 27, wo vorausgesetzt ist, dass alle Strahlen genau im Punkte *b* sich vereinigen, so sieht man sofort, dass, falls die Schneide sich in der Ebene *a* bewegt, zuerst die Strahlen auf der äussersten rechten Seite der Oeffnung abgeschnitten werden und dass in jedem Stadium die noch nicht abgeschnittenen Strahlen links von einem Kreisbogen und rechts von einer vertikalen (der Schneide parallelen) Geraden begrenzt werden. A_1 und A_2 (Fig. 27) stellen bezw. die erste Berührung und den Fall dar, dass die Schneide gerade die Axe erreicht hat. Geht die Schneide jedoch durch die ausserhalb der Brennweite gelegene Ebene *c*, so ist klar, dass die Erscheinungen gerade umgekehrt sein werden, denn die ersten abgeschnittenen Strahlen werden von der linken Seite der Oeffnung stammen und der Schatten demnach auch von der linken Seite vorrücken. Auf diese Weise kann der Beobachter immer entscheiden, ob die Schneide sich vor oder hinter der Brennebene befindet und durch Verschiebung

derselben längs der optischen Axe die Stellung finden, wo alle Strahlen vom Objektiv oder Spiegel gleichzeitig abgeschnitten werden; dieser Ort entspricht natürlich dem Brennpunkt. Zeigt sich also nicht die geringste Neigung irgend eines Theiles der leuchtenden Scheibe, früher als die anderen zu verschwinden, so ist man bis auf einen ausserordentlich kleinen Fehler sicher, dass die Schneide in der Brennebene sich befindet.

Dies ist die genaueste Methode, den Brennpunkt zu finden. Bei Objektiven, deren Brennweite ungefähr gleich dem 15 fachen der Oeffnung ist, lässt sich unter günstigen Umständen der Brennpunkt mit einem Maximalfehler von 0,12 *mm* bestimmen und dies ist eine der Hauptanwendungen dieser Methode.

Eine weitere Anwendung dieser Methode ist von den Verfertigern von Reflektoren gemacht worden, nämlich auf die Bestimmung der Radien der verschiedenen Zonen parabolischer Reflektoren grosser Oeffnung. Bisweilen ist es nämlich unbequem oder auch ganz unmöglich, dies auf die beste Art und Weise, nämlich mit Hilfe eines Sternes zu thun. Ein vollständig richtiger Reflektor hat bekanntlich parabolische Gestalt und demnach wachsen die Radien der einzelnen Zonen nach dem Rande zu. Man montirt nun eine Messerschneide und einen künstlichen Stern im Krümmungsmittelpunkt und fängt das Licht nach seiner Reflexion mit blossem Auge auf; der Spiegel ist dann voll Licht und die Schneide lässt sich benutzen, um die Brennpunkte der verschiedenen Zonen zu finden; falls nämlich das Licht irgend einer Zone gleichzeitig verschwindet, geht die Schneide durch den Brennpunkt derselben. Die Abstände des Brennpunkts der verschiedenen Zonen müssen bei parabolischer Gestalt und unbeweglichem künstlichem Stern gerade doppelt so gross sein wie die theoretischen Differenzen zwischen den betreffenden Radien; bewegt sich der künstliche Stern mit der Schneide, so müssen sie den letzteren gleich, also nur halb so gross sein wie im ersteren Falle.

Es braucht kaum erwähnt zu werden, dass die Schneide fest montirt und einer exakten, messbaren Bewegung parallel der optischen Axe (mit Hilfe einer feinen Schraube) fähig sein muss. Befindet sie sich im Brennpunkt, so kann eine seitliche Bewegung von $^1/_{40}$ *mm* dem ganzen Unterschied zwischen vollem Licht und voller Dunkelheit entsprechen und es ist deshalb ferner eine äusserst feine Bewegung senkrecht zur Axe nothwendig.

Man hat zu Gunsten dieser Prüfungsmethode oft angeführt, dass sie (in der durch Fig. 29 erläuterten Weise angewandt) geeignet sei, kleine Fehler in einem Spiegel oder einem Objektiv zu entdecken. Die Fehler zeigen sich in Form von unregelmässigen Erscheinungen, wie sie in den Figuren *A*, *B*, *C* dargestellt sind, wenn auch vielleicht in weniger ausgesprochenen Formen. Es ist nun zwar sicher, dass die Fehler auf diese Weise gefunden und die gesehenen Erscheinungen nach einem guten Stück Denkarbeit auch interpretirt werden können, aber es ist eben hierzu unnütz viel Zeit und Geduld erforderlich, während die von uns empfohlene Methode direkter, rascher, leichter anwendbar und auch (wenigstens wenn sie von einem erfahrenen Beobachter ausgeführt wird) eingehender und strenger ist. Die Schneidenmethode ist sicher in manchen Fällen gut anwendbar, aber trotzdem kann man nach einem Vergleich beider Methoden zuversichtlich behaupten, dass, um Fehler in der Arbeit zu finden, die direkt das Bild untersuchende Methode entschieden vorzuziehen ist. Erscheint ein Objektiv bei direkter Prüfung fehlerlos, so wird alles Quälen mit der Schneidenmethode kein anderes Resultat haben, als dass die ganze Lichtscheibe gleichmässig verschwindet; zeigt dagegen ein Objektiv

einen kleinen Aberrationsrest bei direkter Untersuchung, so kann dieser doch leicht der Schneidenmethode entgeben. Interessant ist es zu erfahren, dass einer der genauesten Beobachter, der Rev. W. H. Dawes, die feste Ueberzeugung hatte, dass keine Methode der Objektivprüfung so streng sei wie die direkte, das Bild betrachtende.

Es giebt noch eine weitere sogenannte Methode, um ein Objektiv oder einen Spiegel auf Aberration zu prüfen und wir wollen über sie einige Worte sagen. Wir haben gehört, dass einzelne Beobachter vermittels eines in der Mitte durchlochten Pappdeckels die Oeffnung ungefähr auf den dritten Theil abblenden und mit irgend einem Okular ein Objekt einstellen, dann an Stelle des Pappdeckels eine Scheibe von der Grösse der vorigen Oeffnung über die Mitte des Objektivs bringen und nun sorgfältig untersuchen, wie stark die Okularstellung geändert werden muss, um das Bild wieder deutlich zu bekommen. Ist irgend eine Veränderung nothwendig, so wird dann sofort auf positive oder negative Aberration geschlossen.

Nichts kann vollständiger irreführen als dieses Verfahren und zwar aus dem einfachen Grunde, weil bei einem stark abgeblendeten Objektiv jeder abbildende Strahlenkegel so eng ist, dass die Okularstellung innerhalb beträchtlicher Grenzen geändert werden kann, ohne die Bildschärfe zu gefährden. Daher ist es unmöglich, den Brennpunkt mit solcher Sicherheit zu bestimmen, um Schlüsse auf Verschiedenheit der Vereinigungspunkte der Rand- und Zentralstrahlen darauf zu gründen. Der Beobachter kann sich übrigens leicht selbst von der Nichtigkeit dieser Prozedur überzeugen, indem er die Reihenfolge umkehrt, also zuerst die Mitte und dann die äussere Zone bedeckt, und wiederum nachsieht, ob das Bild noch scharf eingestellt ist. Ist das nicht der Fall, sondern muss die Okularstellung geändert werden, um ein wirklich deutlicheres Bild zu bekommen, so ist das Objektiv geradezu erschreckend schlecht und würde bei der gewöhnlichen direkten Prüfung bei voller Oeffnung ausserhalb der Brennebene einen dichten hellen Fleck um die Mitte der leuchtenden Scheibe zeigen; diesem würde auf der anderen Seite des Brennpunktes eine dunklere Lücke entsprechen und ein so charakteristisches Verhalten könnte auch dem Blicke des wenig geübten Beobachters

[1]) Anmerkung. Die Lehre von der Interferenz des Lichtes lässt von vornherein erwarten, dass jeder zu einem Punkte konvergirende Strahlenkegel in eine Reihe in sich zusammenhängender, ausserordentlich dünner und abwechselnd heller und dunkeler Kegelflächen oder Schalen aufgebrochen wird, deren Spitzen auf der optischen Axe liegen. Die inneren Schalen haben natürlich ihre Spitzen in grösserer Nähe des Objektivs. Ein Querschnitt durch den Strahlenkegel muss dann naturgemäss ein Ringsystem sein und die Zahl der Ringe hängt von der Zahl der Strahlen, die die Einstellungsebene durchschneidet, ab, also auch von der Entfernung vom Brennpunkt. Soweit ist die Sache klar; andererseits aber erscheint es äusserst schwer, einen Grund dafür anzugeben, dass diese Interferenzringe achromatisch sind; denn die Lehre von der Interferenz würde für jede Farbe ein besonderes System von Schalen und Ringen fordern. Da z. B. die Strahlen in der Nähe von F und C Lichtvertheilungen liefern müssten, die im Verhältniss ihrer Wellenlängen, also im Verhältniss von $3:4$ stehen, so sollte man eine ähnliche Erscheinung wie die Newton'schen Ringe erwarten; indess ist davon nichts zu bemerken.

Ob die hellen und dunklen Schalen in der Richtung senkrecht zum Objektiv genau konisch sind, oder ob ein Längsschnitt durch die Axe Kurven zeigen würde, lässt sich nicht leicht feststellen.

Um die Feinheit dieser Ringe zu erläutern, sei bemerkt, dass wir bei einem Objektiv von 12,5 *cm*, als das Okular 5,2 *mm* eingeschoben war, sechs Interferenzringe zählen konnten. Das Verhältniss des Oeffnungsradius zur Fokallänge war 1:29, also der Radius des anvisirten Querschnitts a des Strahlenkegels $\frac{1}{29} . 5{,}2 = 0{,}18$ *mm* und der Abstand je zweier Ringe 0,03 *mm*.

nicht entgehn. Wir haben das Wort „deutlicheres“ oben betont, weil bei einem z. B. auf ein Drittel abgeblendeten Objektiv das falsche, einen Bildpunkt darstellende Scheibchen dreimal so gross ist als bei voller Oeffnung, und deshalb der Beobachter von vornherein erwarten muss, das Bild weniger scharf und gut umrissen zu finden und nicht schliessen darf, dass eine bessere Einstellung möglich sei. Jedes wirklich gute Fernrohr oder Mikroskop-Objektiv sollte die grösste Schärfe, „das feinste Korn“ bei voller Oeffnung geben, denn jede Verkleinerung dieser ist, ganz zu schweigen von der Bildhelligkeit, theoretisch ein Aufgeben an Definition.

Diese Kniffe mit Pappscheiben und Diaphragmen sind sämmtlich dazu angethan, um irre zu führen; ist überhaupt zonale Aberration vorhanden, so wird nach Naturgesetzen, die sich an den mannigfaltigen komplizirten Lichterscheinungen erprobt haben, dieselbe mit voller Sicherheit an der unregelmässigen Anordnung und Helligkeit der Interferenzringe zu beiden Seiten der Brennebene erkannt werden.[1]) (S. Anm. auf S. 200.)

Ein Universal-Sensitometer.

Von

Prof. Dr. **J. Scheiner** in Potsdam.

Für Jeden, der sich mit der Photographie praktisch zu beschäftigen hat, sei er nun Photograph oder Plattenfabrikant, oder sei er Gelehrter oder Techniker, der die Photographie als Hilfsmittel für seine speziellen Zwecke benutzt, liegt ein ausgesprochenes Bedürfniss nach einem Sensitometer vor. Allgemein tritt dies hervor durch die grosse Zahl der bisher konstruirten Apparate zur Vergleichung der Plattenempfindlichkeit, die indessen ohne Ausnahme den beabsichtigten Zweck nur in sehr beschränkter Weise erfüllen, indem sie im günstigsten Falle nur darüber Aufschluss geben, ob eine Platte empfindlicher ist als eine andere, wenn die Unterschiede recht beträchtlich sind. Von einer zahlenmässigen Angabe der Empfindlichkeit ist keine Rede, und doch kommt es gerade auf diese an, wenn man mit vollständiger Sicherheit arbeiten will.

Das im Folgenden näher zu beschreibende Sensitometer giebt nun nicht nur die Empfindlichkeit der Platten in Bezug auf irgend eine als Norm angenommene in Zahlen an, sondern dasselbe kann auch mit Vortheil zu allen photometrischen Untersuchungen im Gebiete der Photographie gebraucht werden und dient zu folgenden Bestimmungen:

1) Plattenempfindlichkeit.
2) Verhalten der Mitteltöne zu den stärksten und schwächsten Tönen bei den verschiedenen Platten.
3) Beziehungen zwischen der Expositionszeit und der Lichtintensität.
4) Einfluss der verschiedenen Entwicklungsarten auf die Kraft der Bilder.
5) Chemische Intensitäten verschiedener Lichtquellen.

Das Prinzip des Sensitometers beruht auf dem bei optisch-photometrischen Untersuchungen schon lange mit Erfolg angewandten Verhalten der rotirenden Scheiben mit Ausschnitten. Wird eine Scheibe, welche einen sektorförmigen Ausschnitt enthält, in schnelle Rotation versetzt, so wird das hindurchgehende Licht



im Verhältnisse der Sektoröffnung zum ganzen Kreise geschwächt. Bezeichnet man mit α die Winkelöffnung des Sektors (in Graden) und mit J_0 die Intensität des auf die Scheibe fallenden Lichtes, so ist nach dem Durchtritte des Lichtes:

$$J = J_0 \frac{\alpha}{360}.$$

Giebt man der Oeffnung in der Scheibe eine andere Form, so ist die Lichtschwächung nicht mehr an allen Theilen der Scheibe eine konstante, sondern sie wird eine Funktion des Abstandes vom Mittelpunkte; durch geeignete Wahl der Form des Ausschnittes kann man also eine Lichtvertheilung nach jedem beliebigen Gesetze erhalten.

Für die Zwecke eines Sensitometers habe ich nach einer Reihe von Versuchen als praktischste Art der Lichtvertheilung eine solche gefunden, dass einer gegebenen Strecke auf jeder Stelle des Radius das gleiche Intensitätsverhältniss entspricht; d. h. bezeichnet man mit a das verlangte Intensitätsintervall für die Länge des Ausschnittes, mit n die Anzahl der äquidistanten Punkte des Radius, für welche man die konstanten Intensitätsunterschiede Δ zur Wahrnehmung bringen will, so muss sein:

$$n \lg \Delta = \lg a.$$

Im vorliegenden Falle habe ich genommen: $n = 19$ (die Intensitätsskale wird von 1 bis 20 nummerirt), $a = 100$ und dementsprechend $\Delta = 1{,}27$.

Damit ist der eigentlich messende Theil des Sensitometers erledigt; für die praktische Brauchbarkeit ist noch die schwierige Aufgabe der Herstellung einer konstanten Lichtquelle zu lösen, welche ausserdem bei allen Apparaten genau die gleiche Intensität haben muss. Ich glaube, die Lösung in genügender Weise folgendermaassen gefunden zu haben: Als Lichtquelle benutze ich eine Benzinlampe *B* (s. Fig. 1), wie sie in Form eines Kerzenleuchters schon lange im Handel zu haben ist. Diese Lampen sind alle genau gleich gearbeitet, haben denselben Docht und brennen unter Benutzung des gewöhnlichen Benzins, sofern man für gleiche Flammenhöhe sorgt, für den vorliegenden Zweck bereits mit genügender Gleichförmigkeit. Für die Einhaltung gleicher und konstanter Flammenhöhe ist durch eine einfache Diopter gesorgt, welche aus einem die Flamme in bestimmter Höhe umgebenden Drahtringe *d* besteht. Um aber etwaige kleine Schwankungen in der Flammenhöhe und damit in der Intensität der Lichtquelle möglichst unschädlich zu machen, wird nicht die ganze Flamme als Lichtquelle benutzt, sondern nur ein kleiner Theil derselben, der durch einen 1 *mm* breiten horizontalen Spalt *s* freigelassen wird, der sich seinerseits in einem an der Diopter befestigten Bleche befindet. Dieser Spalt ist natürlich bei allen Lampen in genau derselben Höhe angebracht und zwar unmittelbar über dem mittleren, dunkleren Theile der Flamme. Die Flamme selbst, einschliesslich Diopter und Spalt, befindet sich in einem rothen Zylinder *Z*, der vorne, in der Höhe des Spaltes, eine Oeffnung zum ungehinderten Durchlassen des Lichtes nach der rotirenden Scheibe hin besitzt. Da der Apparat in einem dunklen Raume, am besten in der Dunkelkammer benutzt werden muss, so ist der rothe Zylinder nothwendig, um in dem gleichen Raume das Einlegen der Platten u. s. w. vornehmen zu können. In Folge des durch den Zylinder verursachten Zuges brennt die Flamme heller als ohne Zylinder; es ist daher nothwendig, den Zylinder stets beizubehalten.

Der Haupttheil des eigentlichen Sensitometers (siehe Fig. 1) besteht nun in der rotirenden Scheibe *S* mit Ausschnitt *a*; sie wird durch ein kleines Kurbel-

rad K mit Schnurlauf durch Handbetrieb in schnelle Rotation versetzt. Hinter der Scheibe ist die Kassette C angebracht, welche folgende Einrichtung besitzt. Auf der vorderen Seite, dicht hinter dem Kassettenschieber r, ist eine Metallplatte eingesetzt, welche auf die Länge des Scheibenausschnittes 20 äquidistante rechteckige Oeffnungen o enthält. Unmittelbar hinter dieser durchbrochenen Scheibe folgt eine dünne Platte aus Gelatine, auf welche ein alle Rechtecke durchquerender undurchsichtiger Strich gezogen ist und sodann die Zahlen von 1 bis 20 zur Nummerirung der Rechtecke eingetragen sind. Direkt auf die Gelatine wird die photographische Platte (Format 3×9) mit der empfindlichen Schicht aufgelegt. Wird nun der Apparat in Thätigkeit gesetzt, so erhält das Rechteck No. 1 nur den hundertsten Theil des Lichtes, welches auf Rechteck No. 20 fällt. Für die dazwischen liegenden Rechtecke ist das Licht in dem Verhältniss von 1,27 von Rechteck zu Rechteck vertheilt. Die Distanz der Flamme von der empfindlichen Platte beträgt 1 *m*; sie ist gegeben durch eine Kette, welche Lampe und Sensitometer verbindet. Diese Distanz, sowie

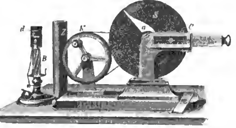


Fig. 1.

die Dimensionen von Spalt und Ausschnitt sind so gewählt, dass für Platten mittlerer Empfindlichkeit bei einer Expositionszeit von einer Minute noch bei den mittleren Rechtecken eine Spur von Lichtwirkung stattfindet; für sehr unempfindliche Bromsilberplatten erfahren die ersten drei bis vier Rechtecke noch eine Lichtwirkung, während bei den bisherigen empfindlichsten das letzte Rechteck noch nicht erreicht wird.

Was nun die erforderliche Rotationsgeschwindigkeit der Scheibe angeht, so muss dieselbe für optische Untersuchungen mindestens so gross sein, dass das Auge die Unterbrechungen nicht mehr wahrnimmt. Im vorliegenden Falle, bei photographischer Aufnahme, würde es genügen, wenn die Scheibe in der gegebenen Expositionszeit nur eine einzige Umdrehung macht, sofern diese Umdrehung vollständig gleichförmig erfolgt. Das würde natürlich sehr unpraktisch sein, und deshalb ist es einfacher, die Scheibe in schnelle Rotation zu versetzen, so dass das Verhältniss der Dauer einer Einzelbelichtung beim Vorübergange des Ausschnittes zur ganzen Expositionsdauer ein kleines wird, und dies findet in völlig genügender Weise statt, wenn das Kurbelrad in der Sekunde 1 bis 2mal herumgedreht wird; es vollführt alsdann die Scheibe in der Minute 400 bis 800 Rotationen. Es ist nun von verschiedenen Seiten behauptet worden, dass es für die photographische Lichtwirkung keineswegs gleichgiltig sei, ob eine gewisse Expositionszeit ohne Unterbrechung benutzt wird, oder ob man sie in einzelnen Abschnitten verwendet. In diesem Falle würde also die Rotationsgeschwindigkeit der Scheibe von Einfluss auf das Resultat sein, und man müsste eine immerhin kostspielige Vorrichtung zur Erzielung gleicher Rotationsgeschwindigkeiten bei allen Apparaten anbringen. Obwohl ich die Existenz eines solchen Einflusses nicht in Abrede stellen will, habe ich jedoch durch Versuche konstatiren können, dass innerhalb der hier erlaubten Geschwindigkeiten, von einer Umdrehung des Triebrades

in der Seknnde an bis zur möglichst grossen Geschwindigkeit, die sich mit der Hand erreichen lässt, nicht eine Spur einer derartigen Abhängigkeit zu entdecken ist.

Die Beurtheilung der Dichtigkeit von Silberniederschlägen anf den im Sensitometer exponirten Platten erfolgt am besten, wenn die Platten mit der Schichtseite auf weisses Schreibpapier fest aufgedrückt werden. Das Licht muss die Schicht alsdann zweimal passiren, und in Folge dessen werden die Dichtigkeitsunterschiede beträchtlich besser hervorgehoben. Nur bei der Beurtheilung sehr kräftiger Niederschläge (bei besonderen Untersuchungen) wird es wieden vortheilhafter, die Platten gegen den hellen Himmel in der Durchsicht zu betrachten. Bei der Benutzung des Apparates als absolutes Sensitometer müssen die Platten stets auf weisses Papier gelegt werden, da anf diese Weise auch die Prüfung der Apparate erfolgt.

Ich gehe nun dazu über, die Brauchbarkeit des Apparates an einigen knrzen Beispielen zu erläutern, und gebe deshalb behufs Verständnisses der Endzahlen die Intensitätsskale für die 20 Abtheilungen an:

No.	Intensität	No.	Intensität	No.	Intensität	No.	Intensität
1	1	6	3,36	11	11,3	16	37,9
2	1,27	7	4,28	12	14,4	17	48,3
3	1,62	8	5,45	13	18,3	18	61,6
4	2,07	9	6,95	14	23,4	19	78,5
5	2,64	10	8,86	15	29,8	20	100

Anfgabe 1. Bestimmung der absolnten Plattenempfindlichkeit.

Ein Photograph hat von drei Fabriken gleichzeitig Platten bezogen. Er exponirt einen Streifen von jeder der drei Sorten 1 Minute im Sensitometer und legt dieselben nach dem Trocknen auf weisses Schreibpapier. Er findet, dass er auf Platte 1 den die Rechtecke durchquerenden Strich bei Rechteck 9 nicht mehr erkennen kann, wohl aber noch bei 8. Für Platte 2 findet er als Grenze 12 bis 13, für Platte 3 die Grenze 16. Diesen Zahlen entsprechen in der vorstehenden Tabelle die Intensitäten 5,5, 16,4 und 37,9; d. h. die Platten sind im Verhältnisse dieser Zahlen empfindlicher als eine als Norm angenommene sehr unempfindliche Platte, auf welcher eben noch im Rechtecke No. 1 ein Eindruck entstanden sein würde. Die relative Empfindlichkeit dieser drei Platten gegeneinander findet man, indem man die Differenz ihrer Empfindlichkeitsnummern um 1 vermehrt und damit in die obige Tabelle eingeht. Man erhält hierfür die Verhältnisse: 1 : 3,0 : 7,0.

Bei der Lösung dieser Aufgabe verrichtet das Instrument die Dienste eines absoluten Sensitometers; es ist dies die Anwendung, wie sie in den meisten Fällen zur Beurtheilung der Plattenempfindlichkeit genügt; ebenfalls würde es ausreichen, wenn von Seiten der Plattenfabrikanten die Empfindlichkeitsnummer in dieser Weise angegeben würde. Bessere Resultate erhält man bei direkter Bestimmung der relativen Plattenempfindlichkeiten unter Verwendung der mittelstarken Töne, auf welche es in der Praxis viel mehr ankommt als auf die allerschwächsten Töne.

Anfgabe 2. Bestimmnng der relativen Plattenempfindlichkeit aus Mitteltönen.

Von fünf verschiedenen Fabriken liegen Platten vor, die von jeder Fabrik als die möglichst empfindlichen bezeichnet worden sind. Nach der Exposition im Sensitometer (1 *m*) werden die Platten mit der empfindlichen Schicht auf das

Papier gelegt, und man erkennt sofort, in welcher Reihenfolge man sie ihrer Empfindlichkeit nach zu ordnen hat. Dann wird die unempfindlichste Platte No. 1 neben Platte No. 2 gelegt und nonienartig gegen dieselbe verschoben, bis Rechteck 1 der Platte No. 1 neben einem Rechtecke der Platte No. 2 liegt, welches dieselbe Intensität der Schwärzung zeigt (siehe Fig. 2); ebenso wird No. 1 mit den anderen Platten verglichen. Es möge sich hierbei Folgendes ergeben:

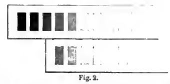


Fig. 2.

Rechteck 1 der Platte No. 1 ist gleich mit
„ 2 bis 3 „ „ „ 2
„ 3 „ „ „ 3
„ 4 „ „ „ 4
„ 7 „ „ „ 5

Hieraus ergiebt die Tabelle ohne Weiteres die folgenden relativen Plattenempfindlichkeiten:

Platte No.	Empfindlichkeit.
1	1
2	1,4
3	1,6
4	2,1
5	4,3

Von den übrigen photometrisch-photographischen Aufgaben, welche mit dem Sensitometer gelöst werden können, möchte ich nur noch eine als Beispiel herausgreifen.

Aufgabe 3. Bestimmung des Einflusses wenig verschiedener Expositionszeiten auf die Dichte des Silberniederschlages.

Es ist bekannt, dass bei geringen Zeitdifferenzen die Dichte des Niederschlages annähernd proportional den Expositionszeiten zunimmt, bei grösseren aber sich ganz anders verhält.

Im vorigen Beispiele war die Platte No. 5 4,3 mal empfindlicher als No. 1. Es soll geprüft werden, ob bei gegebener Expositionszeit für No. 5 die Platte No. 1 4,3 mal so lange exponirt werden muss, um ein gleich kräftiges Bild zu liefern. Ich nehme von der Platte No. 1 drei Streifen und exponire dieselben im Sensitometer der Reihe nach 1, 2 und 4 Minuten und finde in der üblichen Weise, dass Rechteck No. 1 der ersten exponirten Platte zusammenfällt mit Rechteck 3 bis 4 der zweiten Platte und mit Rechteck 6 bis 7 der vierten Platte, d. h. die Dichtigkeiten der Niederschläge verhalten sich wie 1 : 1,8 : 3,6, während sich die Zeiten verhalten wie 1 : 2 : 4. Bei diesem Intervalle ist die Proportionalität noch annähernd erfüllt; man erkennt aber, dass es vortheilhafter sein wird, nicht 4,3 mal, sondern ungefähr 5 mal so lange zu exponiren.

Diese Beispiele werden zur Erhärtung der vielseitigen Brauchbarkeit des Apparates genügen. Für wissenschaftliche Zwecke kann jeder leicht mit Hilfe des Apparates selbst die Intensität der Benzinlampe mit der Hefner-Alteneck'schen Lampe vergleichen. Ich bemerke noch, dass der Apparat mit ausführlicher Gebrauchsanweisung und in sehr solider Ausführung von Herrn Mechaniker Töpfer in Potsdam, der das Patent auf den Apparat bereits angemeldet hat, zum Preise von

48 Mark zu beziehen ist. Jeder Apparat wird vor der Ablieferung von mir mit einem Normalapparate verglichen; etwaige kleine Unterschiede werden durch entsprechende Verlängerung oder Verkürzung der die Lampe mit dem Sensitometer verbindenden Kette ausgeglichen, so dass auch bei absoluten Bestimmungen alle Apparate genau dieselben Resultate geben.

Nachschrift. Gerade vor Abschluss des Druckes finde ich, dass die Herren P. Hurter und V. C. Drieffield [1]) bei Gelegenheit ihrer Untersuchungen über den Einfluss der Exposition auf die Dichtigkeit der Silberniederschläge eine rotirende Scheibe mit besonders geformten Ausschnitten benutzt haben. Abgesehen von der Verwendung des gleichen Prinzips hat indessen der Apparat mit dem oben beschriebenen keine Aehnlichkeit.

Eine neue Fernrohrkonstruktion.

Von
Karl Strehl, Gymnasialassistent in Landau (Pfalz).

Ueber die Bestrebungen des amerikanischen Physikers Michelson ist in dieser Zeitschrift bereits öfters referirt worden. Ich kann nun auf Grund eigner Entwicklungen über ähnliche Vorschläge meinerseits berichten, welche direkt auf das Ziel lossteuern.

Bekanntlich suchte André das Anflösungsvermögen des Fernrohrs dadurch bedeutend zu erhöhen, dass er so zu sagen die Mitte des Objektivs durch eine Zentralblende verdeckte und nur am Rande einen schmalen Kreisring frei liess. Auf diese Weise kann die Bildschärfe im Verhältniss 2 : 3, d. h. also um die Hälfte gesteigert werden. Eine ausgiebigere Verbesserung erfordert ein grösseres Objektiv. Nun würden der Konstruktion von Riesenobjektiven (von 1 *m* bis 10 *m* Oeffnung) unübersteigliche Hindernisse entgegenstehen; man kann auch nicht etwa die Randzone solcher Gläser allein herstellen. Der Apparat, welchen Michelson vor das Objektiv bringen will, und der im Wesentlichen in zwei sehr weit von einander abstehenden Spiegeln von mässiger Grösse bestehen soll, hat mich nun veranlasst, die Frage zu stellen: Genügt es nicht für Messungszwecke, wenn man von solch einem Riesenglas nichts weiter benutzen kann, als zwei diametral einander gegenüberliegende Randpartien von mässiger Grösse (s. Fig. 1)? Zwar könnte man auch diese nicht direkt herstellen, aber man könnte sie mit Leichtigkeit ersetzen durch zwei gewöhnliche Objektive nebst zwei achromatischen Prismen (s. Fig. 2) oder durch Spiegelvorrichtungen. Die Brennweite derselben brauchte

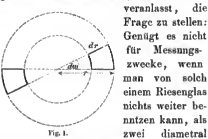


Fig. 1.

Fig. 2.

[1]) Der Spielraum in der Exposition. *Eder's Jahrb. f. Photogr. 1894. S. 157.*

nicht grösser zu sein als etwa ihre gegenseitige Entfernung. Die Lehren der Beugungstheorie lassen mich vermuthen, dass eine solche Vorrichtung zwar senkrecht zur Verbindungslinie der beiden Objektive kein grösseres Auflösnngsvermögen haben werde, als diesen Objektiven an nnd für sich schon znkommt, dass aber längs dieser Verbindungsstrecke das Auflösungsvermögen fast doppelt so gross sei als das eines Riesenobjektivs, welches die Strecke zwischen den Mittelpunkten der beiden Objektive znm Durchmesser hätte.

Diese Idee fordert zunächst eine Prüfung an der Hand der Theorie. Der Einfachheit wegen wenden wir uns gleich dem extremen Falle zn, dass wir es gar nicht mit Randpartien von messbarer Grösse zu thnn hätten, sondern dass — nachdem die in das fingirte Riesenobjektiv eintretende ebene Welle durch Brechung zu einer zum Brennpnnkt konzentrischen Kugelwelle geworden — nur zwei diametral einander gegenüberstehende Flächenelemente dieser kugelförmigen Welle wirken sollen. Wir haben dadurch den Vortheil, dass die Rechnung äusserst einfach wird und nach den S. 31 meines bei Barth in Leipzig erschienenen Werkes: „Theorie des Fernrohrs auf Grund der Beugung des Lichts" angegebenen Prinzipien erledigt werden kann. Da die Verhältnisse mit abnehmender Grösse dieser „Fensterchen" mehr und mehr diesen Differentialverhältnissen in stetigem Uebergang sich nähern, so ist man zn dem Schlusse berechtigt, dass auch bei endlicher Grösse dieser Randpartien das Resultat annähernd dasselbe sein werde. Im Uebrigen würde einer genaueren Rechnung weiter nichts im Wege stehen, als dass sie etwas langwieriger und für den Leser langweiliger wäre; Bruns hat längst die Formeln dafür aufgestellt (s. S. 83 meines Werkes).

Sei nun r der Halbmesser des Riesenobjektivs, p seine Brennweite, λ die betreffende Wellenlänge, dr und $rd\omega$ Länge und Breite der beiden Fensterchen, χ und σ Polar-Koordinaten des „Bildpunktes", dessen Helligkeit man zu bestimmen wünscht, wobei χ von der Verbindungsstrecke $2r$ der beiden Fensterchen aus, σ vom Mittelpunkt („Brennpunkt") der Beugungserscheinung aus zu rechnen ist. Alsdann ist die Lichtstärke in dem betreffenden Punkt der Beugungserscheinung streng gegeben durch:

$$M^2 = \left(\frac{2r\,dr\,d\omega}{\lambda p}\right)^2 \cos^2\left\{\frac{2\pi r\sigma}{\lambda p}\cos\chi\right\}.$$

Daraus folgt nun einerseits, dass die Lichtstärke senkrecht zur Verbindungsstrecke konstant ist, d. h. die Beugungserscheinung artet hier in eine gleichmässige Lichtlinie aus. Das Auflösungsvermögen ist demnach senkrecht zur Verbindungsstrecke $= 0$, wie es bei Flächenelementen als Lichtquellen nicht anders zn erwarten ist.

Ganz anders dagegen liegt die Sache längs der Verbindungslinie. Nennen wir zur Abkürzung $2\pi r\sigma/\lambda p = Z$, so ändert sich hier die Lichtstärke nach dem Gesetz $\cos^2(Z)$; für $Z = \pi/2$ haben wir den ersten dunklen Ring der Beugungserscheinung u. s. w. Wenn wir nun wissen wollen, wie gross dementsprechend das Auflösungsvermögen ist, so müssen wir verlangen, dass konstant $\cos^2(X) + \cos^2(Y) = 1$ sei, unter der bekannten Bedingung $X + Y = \pi/2$; der Abstand, bei welchem also zwei Doppelsterne gleicher Helligkeit und Farbe gerade an der Grenze der Auflösbarkeit stehen, ist daher in nnserem Falle gegeben dnrch $Z = \pi/2 = 1{,}57$, während er — falls das ganze Riesenobjektiv ungehindert wirken würde — zu finden wäre (s. S. 119 meines Werkes) durch $Z = 3{,}2$.

Wie man sieht, ergeben die beiden kleinen Fensterchen längs der Verbindnngsstrecke ein Auflösnngsvermögen, welches dem des Riesenobjektivs von gleichem Durchmesser nicht nur gleich, sondern sogar doppelt so gross ist. Um nämlich den linearen Abstand σ zn finden, hat man $\sigma = \lambda p Z / 2\pi r$.

Um etwaige Bedenken gegen die Richtigkeit obiger Formel für M^2 zu entkräften, bemerke ich ausdrücklich, dass zwar das Licht, ohne vom Mittelpnnkt aus abzunehmen, gleichmässig (periodisch) die ganze Brennebene überdeckt, also scheinbar eine Lichtmasse als Snmme ergiebt, welche nnendlich gross zur 2. Ordnnng ist, dass aber der konstante Faktor in M^2 nnendlich klein znr 4. Ordnung ist, so dass sehr wohl die Lichtmasse unendlich klein znr 2. Ordnnng werden kann und auch wird, der Gesammtgrösse der beiden Flächenelemente („Fensterchen") $2 r dr d\omega$ entsprechend. Genaueres hierüber s. S. 90 meines Werkes.

Da nnn zwei Objektive senkrecht zn ihrer Verbindnngsstrecke kein geringeres Auflösnngsvermögen ergeben können, als eines allein, so dürfte demnach obige Vermnthung bewiesen sein.

Naturgemäss würde eine solche Vorrichtung nicht so sehr zur Ermittlung von Details anf Planetenscheiben, als vielmehr znr Trennung nnd Messung von Doppelsternen, Trabantendnrchmessern u. s. w. dienen. Allerdings müssten zu diesem Zweck erst noch ausführliche Tabellen berechnet werden, wenn man wie Michelson die Entfernung der beiden Objektive von einander unveränderlich machen und die Veränderungen (das Verschwinden und Wiederanftauchen) der Beugungsringe beobachten wollte. Und diese Rechnungen können nur nnter Vereinfachungen gemacht werden, gegen welche sich gewichtige Einwände erheben lassen, (vgl. Kap. XV meines Werkes). Nichts aber hindert, statt zwei Objektive zwei Paare von solchen zu nehmen, und das Ganze nach dem Heliometerprinzip einznrichten.

Mit diesen Erörterungen glaube ich zunächst das Meinige zur Sache gethan zu haben; es wäre mir lieb, wollten sich Optiker nnd Astronomen mit der Prüfung der Möglichkeit befassen.

Um etwaige Bedenken gegen die Verallgemeinernng des extremen Falles zu zerstreuen, habe ich noch den besonders einfachen Fall berechnet, wo vom Objektiv nnr die Hälfte in Form von zwei diametral entgegengesetzten Quadranten wirksam ist. Alsdann giebt die Lichtvertheilnng annähernd die Formel:

$$M^2 = \left(\frac{r^2 \pi}{\lambda p}\right)^2 \left\{ \frac{J_1}{Z} + \varepsilon \cdot \frac{16}{\pi Z} \left[\frac{3 J_3}{2.4} + \frac{5 J_5}{4.6} \right] \right\}^2,$$

wobei J die bekannten Bessel'schen Fnnktionen sind, und längs der Halbirungsrichtnng der wirksamen Qnadranten $\varepsilon = -1$, senkrecht dazn $\varepsilon = +1$, unter 45° endlich $\varepsilon = 0$ zn setzen ist. Man erhält folgende Tabelle:

Z	$\varepsilon = -1$	$\varepsilon = 0$	$\varepsilon = +1$
0	1,00	1,00	1,00
1	0,65	0,77	0,91
2	0,10	0,33	0,69
3	0,04	0,05	0,42
4	0,26	0,00	0,20
5	0,27	0,02	0,07
6	0,09	0,01	0,01
7	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00
2,6	1. *min.*	.	.
3,8	.	1. *min.*	.
7,0	.	2. *min.*	.
7,1	2. *min.*	.	.
7,3	.	.	1. *min.*

Die kleinsten noch zu trennenden Distanzen verhalten sich dementsprechend in den drei Fällen etwa wie 25 : 32 : 54.

(Ueber die Grundsätze, nach welchen diese Zahlen abgeleitet werden, siehe S. 119 meines Werkes.) Für zentrale Bedeckung des ganzen Objektivs mit Freilassung eines äusserst schmalen Kreisringes würde sich ergeben die Verhältnisszahl 22; wir sehen also, dass die Ersetzung des schmalen Kreisringes durch das Quadrantenpaar ein wenig schlechteres Auflösungsvermögen längs der günstigsten Richtung) ergiebt, zugleich eine unverhältnissmässig grössere Helligkeit gewährt. Der Fall $\varepsilon = 0$ mit der verhältnissmässigen Minimaldistanz 32 gehört gleichzeitig dem vollen Objektiv an. (Streng hat man obige Zahlen zu multipliziren mit dem Faktor $(r^2\pi/2\lambda p)^2$, wenn sie die richtige Lichtstärke angeben sollen.)

Es ist nun klar, dass, wenn man statt der beiden Quadranten zwei kreisförmige Theile der Wellenfläche nimmt, an Fläche gleich jenen und in den wesentlichsten Partien sich mit jenen deckend, dass diese ein ganz ähnliches Resultat liefern. Somit, glaube ich, ist es hinreichend nachgewiesen, dass man ein Riesenobjektiv seinem Auflösungsvermögen nach in gewisser Hinsicht ersetzen kann durch ein paar Objektive mässiger Dimension in genügend grossem Abstand. Etwas anderes ist freilich die Frage, ob die praktische Ausführung dieses Gedankens, wie vielleicht auch der Vorschläge Michelson's, nicht auf zu grosse Schwierigkeiten stösst.

Ueber das Dollond'sche Okular *(Barlow lens)* auf der Göttinger Sternwarte.

Von
Prof. **W. Schur** in Göttingen.

In Veranlassung seines Aufsatzes: „Ueber ein neues abgekürztes Fernrohr" machte ich Herrn Dr. R. Steinheil die Mittheilung, dass in England eine ähnliche Einrichtung unter dem Namen *Barlow lens* seit längerer Zeit u. A. von Dawes vielfach gebraucht worden sei und dass sich auch auf der Göttinger Sternwarte seit 1834 ein Exemplar eines solchen Okulareinsatzes befinde, welches zu den beiden Dollond'schen Fernrohren von vier und drei Fuss Brennweite verwendbar ist. *(Diese Zeitschr. 1892. S. 374 u. 418.)*

Da jedoch die Negativlinse abhanden gekommen war, schickte ich den Einsatz an den jetzigen Inhaber der Dollond'schen Firma in London mit der Bitte, den Apparat wieder in gebrauchsfähigen Zustand zu versetzen und Herr Dollond hatte die Freundlichkeit, dieser Bitte nachzukommen und den Einsatz am Ende des vorigen Jahres wieder zurückzuschicken.

Bei dieser Gelegenheit sind nun auch die Metalltheile in solcher Weise abgeändert worden, dass der Einsatz zu den Okularröhren der Dollond'schen Fernröhre nicht mehr passt; dagegen gelingt es mit dem fünffüssigen Fernrohr von Steinheil, eine sehr schöne Wirkung zu erzielen, indem daran ohne die geringste Einbusse an der Schärfe der Bilder die gewöhnliche Vergrösserung noch um das 1,6fache gesteigert werden kann.

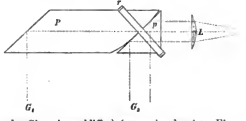
Ich bin Herrn Dollond sehr dankbar, mich in den Stand gesetzt zu haben, auf der Göttinger Sternwarte jetzt wieder die Wirkungsweise eines solchen in Deutschland sonst wenig bekannten Apparates zeigen zu können.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Kolorimeter mit Lummer-Brodhun'schem Prismenpaar.

Von Dr. C. Pulfrich in Jena.
(Mittheilung aus der Optischen Werkstätte von Carl Zeiss in Jena.)

Im *diesjährigen Märzheft dieser Zeitschrift S. 102* ist über eine Verwendung des Lummer-Brodhun'schen Prismenpaares zu kolorimetrischen Messungen berichtet worden. Die Anordnung besteht, wie dort im einzelnen näher angegeben ist, aus dem eigentlichen Lummer-Brodhun'schen Prismenpaar und zwei weiteren Prismen, also im ganzen aus vier Einzelprismen, die entweder durch Metallfassungen oder zum Theil auch durch Kitt in bestimmter Lage zueinander festgehalten werden. Mit Bezugnahme hierauf möchte ich mir die Bemerkung erlauben, dass die Anwendung der Lummer-Brodhun'schen Methode zu kolorimetrischen Messungen noch eine andere, wesentlich einfachere Form der Prismenkombination zulässt. Dieselbe, welche im Folgenden mit einigen Worten kurz erläutert werden soll — eine nähere Beschreibung des in der Werkstätte hergestellten Kolorimeters wird später geeigneten Orts Herr cand. chem. Hans Hertlein aus Leipzig geben, mit dem ich die Konstruktion dieses Apparates zusammen durcharbeitete — besteht, wie aus nebenstehender Figur zu ersehen ist, im Ganzen aus nur zwei Prismen, einem grösseren parallelopipedisch geformten Prisma P und einem kleineren p, welch' letzteres mit jenem nach Art der Lummer-Brodhun'schen Prismenkombination durch eine Metallfassung (bei r ist eine Rinne in das Glas eingeschliffen) fest verbunden ist.



Eine solche Kombination, deren Wirkungsweise sofort aus der Figur zu entnehmen ist, ist nicht allein leichter herzustellen, als eine Kombination aus vier Prismen, auch kann durch geeignete Wahl der Länge des Prismas P die Anordnung jedem beliebigen Abstand der beiden Flüssigkeitsgefässe (G_1 und G_2) bequem angepasst werden. Ob, wie in der Figur angegeben ist, das Prisma P die Kugelfacette trägt, oder ob das Prisma p mit einer solchen versehen ist, mag ziemlich gleichgiltig erscheinen. In dem einen Falle schaut das Auge nach den zu vergleichenden Flächen in vertikaler Richtung, in dem anderen, was für die Beobachtung vielleicht bequemer ist, in horizontaler Richtung. Die Versuche, welche mit einem in dieser Weise ausgeführten Kolorimeter angestellt worden sind, haben dessen Brauchbarkeit bereits zur Genüge dargethan.

Präzisionsmechanik und Feinoptik auf der Kolumbischen Weltausstellung in Chicago 1893.

Von B. Pensky und Prof. Dr. A. Westphal.

(Fortsetzung.)

II. Die Ausstellungen der fremden Nationen.

Unter den Erzeugnissen der Präzisionstechnik der übrigen Länder nehmen naturgemäss die amerikanischen das meiste Interesse für sich in Anspruch, zunächst deshalb, weil es sich für die deutsche Industrie bei der Beschickung der Ausstellung hauptsächlich um ihre Exportfähigkeit nach Amerika handelte und daher der Vergleich mit dem zeitigen Stande der amerikanischen Feinmechanik von Wichtigkeit ist; sodann sind die Produktionsverhältnisse, unter denen in andern europäischen Industrieländern die Präzisionstechnik arbeitet, denen in unserem Vaterlande nahe verwandt, während die Verhältnisse in Amerika

viel einschneidendere Unterschiede darbieten. Dass der Umfang der amerikanischen Ausstellung auf diesem Gebiete den der anderen Länder — mit Ausnahme von Deutschland — überragte, darf nicht Wunder nehmen, da für amerikanische Firmen die Betheiligung wesentlich leichter war als für europäische und sich daher alle produzirenden amerikanischen Firmen von einiger Bedentung — neben manchen blossen Händlern — an der Ausstellung betheiligt hatten. Die Ausstellungen der ausserdeutschen europäischen Nationen auf präzisionstechnischem Gebiete waren in der That von sehr geringem Umfange, und es empfiehlt sich daher, zunächst der Ausstellungen dieser Länder zu gedenken, ehe wir auf die amerikanischen Ausstellungsobjekte näher eingehen.

Was zunächst England betrifft, so musste es anfallen, dass trotz der führenden Stellung, welche dieses Land in früheren Perioden in Folge des grossen Bedarfes der Schifffahrt an astronomischen und feineren nautischen Instrumenten unbestritten einnahm, trotzdem es auf diesem Gebiete auch heute noch Hervorragendes leistet und trotzdem es dem amerikanischen Volk durch Sprache, Lebensgewohnheiten und geschäftliche Verbindungen am nächsten steht, die englische Ausstellung recht wenig darbot. Es ist zu bedauern, dass manche hervorragende Namen fehlten, während die wenigen Firmen, welche ausgestellt hatten, vielfach mit Vorzüglichem vertreten waren. Hier ist zunächst die altrenommirte Londoner Firma Ross & Co., in deren technischer Leitung unser deutscher Landsmann, der bekannte Optiker Dr. Hugo Schröder eine hervorragende Stellung einnimmt, anzuführen. Die reichhaltige Ausstellung photographischer Objektive eigener Konstruktion zeigte die ausgedehnteste Verwendung der in Jena hergestellten optischen Gläser. Unter diesen Konstruktionen ist als neueste das aus zwei symmetrischen Doppellinsen bestehende *„Concentric“*-Objektiv für Landschafts- und Architekturphotographie besonders zu erwähnen. Den eigenen Konstruktionen reihten sich die verschiedenen Ausführungsformen der früher bereits erwähnten Zeiss'schen Anastigmate an, für welche die Firma von den Patentinhabern das alleinige Herstellungsrecht für England erworben hat. Die Auswechselbarkeit verschiedener Objektive wird durch Anwendung von Flanschen gesichert, welche mit Normalen der englischen Photographischen Gesellschaft übereinstimmen. Nächst den photographischen Objektiven waren Mikroskope von schöner Ausführung vorhanden, welche entsprechend den in England noch vielfach vorhandenen etwas abweichenden Verhältnissen einzelne Besonderheiten der Durchbildung zeigen, von denen Wenham's sogenanntes Radial-Mikroskopstativ und das von Dr. Schröder abgeänderte Wenham'sche Binokularprisma besonders erwähnt sein mögen. Von ausgezeichneter Qualität waren die von derselben Firma dargebotenen Fernrohre und Doppelgläser für sportliche, militärische und Marinezwecke. Zur Erhöhung der Handlichkeit, für welche hier ein geringes Gewicht Bedingung, ist neben Aluminium ein Material — Springmetall — das wegen seiner Festigkeit in geringen Stärken verwendbar ist, mehrfach benutzt worden. Besondere Erwähnung sei hierbei der von Dr. Schröder in *dieser Zeitschrift 1890* beschriebenen Fernrohrkonstruktion zum Richten schwerer Geschütze auf Kriegsschiffen gethan, welche durch Justirung des Okulars bei unverändertem Gesichtsfelde die Vergrösserung in weiten Grenzen zu ändern gestattet und wegen der Klarheit der erzeugten Bilder sich auch für die Verwendung als Seefernrohr und als Landfernrohr für weite Strecken als sehr geeignet erwiesen hat. — Die bekannte Firma Watson & Sons in London hatte neben astronomischen und Vermessungsinstrumenten, einfachen und Doppelgläsern, sowie photographischen und Projektionsapparaten, Mikroskope ausgestellt. An letzteren waren Neuerungen in der Detailkonstruktion bemerkenswerth, welche auf Verfeinerung der Bewegungen, Handlichkeit der Justirungen und Festigkeit der Aufstellung gerichtet waren; diese Einrichtungen waren vorzugsweise bei einem nach Angaben von van Heurk konstruirten Mikroskop für Arbeiten mit stärkeren Vergrösserungen und für photographische Arbeiten vertreten. Eine Eigenthümlichkeit ist die Anordnung eines besonderen zweiten Auszugrohres, welches sowohl die Verwendung der deutschen wie der englischen Tubeulänge gestattet, je nachdem

die zu benutzenden Objektive für die eine oder andere Tubenlänge korrigirt sind. Anschliessend hieran sind die schön ausgeführten Mikroskope englischer Form der auf diesem Gebiete renommirten Firma R. u. J. Beck zu erwähnen. — Common in London hatte einen grösseren parabolischen Glasspiegel von etwa 5 *Fuss* Oeffnung für ein Spiegelteleskop nach Newton ausgestellt, welches somit der grösste bisher hergestellte Reflektor sein würde. Erwähnung sei hier noch der Nivellirinstrumente mit Höhenschraube von Brown Bros. in Bristol und der Ausstellung der gebräuchlichen meteorologischen Instrumente (Registririnstrumente für Temperatur und Luftdruck nach Richard frères und Aneroidbarometer für Höhenmessungen) von Darton & Co. in London gethan, mit denen die Ausstellung der englischen Mechanik und Optik im Wesentlichen erschöpft ist.

Erheblich umfangreicher als die englische war die Betheiligung der französischen Präzisionstechnik und Feinoptik an der Ausstellung. Hier trat die Bedeutung des Satzes: „*Paris c'est la France*“, recht deutlich zu Tage, denn von 24 ausstellenden Firmen hatten 23 ihren Sitz in Paris. Trotz dieser für einen Zusammenschluss so günstigen Verhältnisse fehlte es an einem sachkundigen Vertreter, der jederzeit in der räumlich geschlossenen Gruppe erreichbar gewesen wäre. Der Hinweis auf einzelne Firmen oder Personen, welche, in einem anderen Theile der Ausstellung auffindbar, die verschiedenen Aussteller vertreten würden, konnte bei der räumlichen Ausdehnung der Ausstellung diesen Mangel nicht beseitigen, durch welchen die eingehendere Besichtigung der ausgestellten Instrumente verhindert wurde. Eine grössere Zahl der ausstellenden Firmen bot ausschliesslich die Erzeugnisse der in Paris heimischen Massenfabrikation von Perspektiven und Operngläsern, für welch' letztere diese Stadt lange Zeit die einzige Fabrikationsstätte gewesen ist, bis ihr in neuerer Zeit die deutsche Industrie erheblichen Abbruch thut. Durch Eleganz der äusseren Ausstattung ihrer Erzeugnisse und deren ansprechende Formen bewahrt diese Industrie sich indess auch gegenwärtig noch eine erste Stelle in der Gunst des kaufenden Publikums. — Von astronomischen und anderen Vermessungsinstrumenten hatte die wohlbekannte Firma Secretan in Paris unter Anderem ein kleines Aequatoreal und einen Sextanten aus Aluminium mit Theilung auf Neusilber ausgestellt. Vion Frères boten kleinere Bussoleninstrumente dar. Hurlimann war mit nautischen Instrumenten vertreten, unter denen ein Sextant von Aluminium im Gewicht von nur 750 *g* zu erwähnen ist; ein anderer Sextant hatte deshalb besonderes Interesse, weil er mit dem von Admiral Fleuriais konstruirten, auf Erhaltung der Kreiselebene beruhenden, die Beobachtung des natürlichen Horizontes ersetzenden Kollimator ausgerüstet war. Berthelemy zeigte Vermessungsinstrumente von sehr einfachen Formen; ein kleines Universalinstrument, bei dem die Fernrohraxe nicht einmal bis zur Mittelaxe des Instrumentes reichte, musste nach unseren Anschauungen als recht mangelhaft bezeichnet werden; die Nonienablesung mittels Lupe auf 1 Minute deutete allerdings auf eine untergeordnete Bestimmung des Instrumentes hin. Noch ist hier eines Nivellirinstrumentes aus Aluminium zu erwähnen, welches die bereits vor Jahren in *dieser Zeitschrift* beschriebene Einrichtung zur Ablesung der Libelle vom Okularende aufwies. Im Ganzen genommen liessen die ausgestellten Vermessungsinstrumente diejenige Durchbildung vermissen, welche die Instrumente dieser Gattung vorzugsweise in Deutschland sowie in England und Amerika erfahren haben. — Mit Mikroskopen war neben der wohlbekannten Firma A. Nachet & Fils noch Moreau Teigne vertreten. Von meteorologischen Instrumenten waren durch Richard Frères die bekannten Registririnstrumente vorgeführt; Pertuis & Fils hatten Holosteriebarometer gebracht. Mit physikalischen Instrumenten war die rühmlichst bekannte Firma Duboscq sowie Pellin vertreten. Die erstere Firma zeigte unter Anderem das Pyrometer von Le Chatelier, ferner Spektrometer, Polarimeter sowie photometrische Apparate; die letztere Firma hatte Refraktometer nach Jamin, Kolorimeter und einen Silbermann'schen Heliostaten von grossen Dimensionen in schöner Ausführung gestellt. Zum Schluss sei hier die Ausstellung von feinen Waagen, Präzisionsgewichten und metrischen Normalen erwähnt, welche der Pariser Mechaniker Collot, derselbe, welcher

auch die Prototype des Kilogramm für das internationale Maass- und Gewichtsbureau in Breteuil herstellte, gebracht hatte.

In der Ausstellung der Schweiz begegnen wir nur zwei Firmen, deren jede in ihrer Art eines hervorragenden Rufes sich erfreut. Es sind dies Kern & Co. in Aarau und die *Société Genevoise pour la Construction d'Instruments de Physique* in Genf. Die erstere Firma, weltbekannt durch ihre sogenannten Schweizer Reisszeuge, hatte neben einer vollständigen Sammlung von Zeicheninstrumenten nach dem ursprünglichen „Schweizer Modell“ auch solche nach dem besonders für den Geschmack und Bedarf des amerikanischen Publikums gearbeiteten sogenannten „leichten Modell“ ausgestellt. Daneben war die Firma durch Vermessungsinstrumente vertreten, unter denen der distanzmessende Messtischaufsatz eigener Konstruktion in Verbindung mit dem trigonometrischen Rechenschieber und ein Tachygraphometer nach Starke besonders erwähnt sein mögen. Die *Société Genevoise* hatte eine grosse Auswahl ihrer physikalischen und Messinstrumente ausgestellt. Von den letzteren erregten besonderes Interesse die Kathetometer verschiedener Konstruktion und Grösse. Ausser diesen waren eine Längen- und eine kleinere Kreistheilmaschine vertreten. Ausserdem waren Normalmaassstäbe, theilweise mit Eintheilung in der neutralen Schicht bei H-förmigem Querschnitt, vorhanden. Von der grossen Zahl der ausgestellten Instrumente für physikalische Untersuchungen erwähnen wir hier nur der Spektrometer, unter denen ein grosses Spektrometer, dessen Aufstellung jede beliebige Neigung gestattet, besondere Beachtung fand. Es würde zu weit führen, die übrigen Theile dieser reichen Ausstellung im Einzelnen aufzuzählen. Es möge hier nur noch eines Chronographen mit Foucault'schem Regulator Erwähnung gethan werden. — Im Anschluss hieran sei noch der von Siegrist & Co. in Schaffhausen ausgestellten Maassstäbe für die verschiedensten Gebrauchszwecke, sowie der von Prof. Kronecker in Bern ausgestellten, von ihm konstruirten, in der Eidgenössischen Telegraphenwerkstatt von Hassler in Bern ausgeführten und vor mehreren Jahren in *dieser Zeitschrift* beschriebenen Apparate für physiologische Zwecke gedacht.

Die österreichische Präzisionstechnik war durch drei Firmen vertreten. Die altrenommirte optische Firma von Reichert in Wien bot namentlich ihre bewährten Leistungen auf dem Gebiete der Mikroskopie in einer vollständigen Sammlung dar. Die im Bau von feinen Waagen im letzten Jahrzehnt zu erheblicher Bedeutung und grösserem Umfange gelangte Firma Jos. Nemetz in Wien hatte eine Anzahl Waagen, mit ihren neuesten Konstruktionen versehen, vorgeführt, welche in *dieser Zeitschrift* bereits beschrieben worden sind. Hier sei noch die in gewissem Sinne hierhergehörige Ausstellung von Lechner in Wien erwähnt, welcher einen für Photogrammetrie eingerichteten und daher mit Orientirungsorganen ausgerüsteten photographischen Apparat vorführte.

Durch zwei in sich abgerundete Gruppen vertreten war die italienische Präzisionstechnik. Hier bot Koriska in Mailand eine Ausstellung seiner Mikroskope, welche indessen nur die übliche Ausführungsweise und bekannte Konstruktionen zeigte und daher kein besonderes Interesse darbot. Anders die zweite Gruppe. Hier führte Salmoirhagi in Mailand die ursprünglich von Porro in den 60er Jahren konstruirten tachymetrischen Instrumente, welche er wegen der besonderen völlig verdeckten Anordnung der auf ein bis dahin ungewöhnlich geringes Maass verkleinerten Theilkreise *„Les cleps“* nannte, vor. Bemerkt sei, dass hier die Zentesimaltheilung des Quadranten durchgeführt ist. Diese Instrumentengattung bietet konstruktiv manches Interessante, in der Handhabung manche Vortheile, dürfte aber bei strengeren Prüfungen und höheren Genauigkeitsanforderungen nicht allen Ansprüchen genügen. Ausser diesen Instrumenten sei hier noch eines von derselben Firma ausgestellten Durchgangsinstrumentes Erwähnung gethan, welches indessen hinsichtlich seiner konstruktiven Durchbildung ein besonderes Interesse nicht bot.

Um hier gleich mit dem Süden Europas abzuschliessen, sei bemerkt, dass die spanische Abtheilung zwei Ausstellungen von physikalischen und optischen, vorzugsweise für den Unterricht bestimmten Apparaten, aufwies, welche indess lediglich in Nach-

bildungen bekannter Apparate bestanden und auf das Vorhandensein einer selbständig sich entwickelnden Präzisionstechnik in Spanien einen Schluss nicht zuliessen.

Die nordischen Länder von Europa waren mit präzisionstechnischen Erzeugnissen nur schwach vertreten. Dänemark zeigte durch A. Norholm in Kopenhagen Steuerkompasse, bei denen eine angenäherte Kompensation mittels eines Kranzes fester Stifte bewirkt wird, sowie ein Bathometer nach Rung, das im Prinzip dem von Thompson angegebenen gleicht. Von Cornelius Kundsen, ebenda, war ein Barometer in schöner Ausführung ausgestellt. — Schweden war durch Vermessungsinstrumente vertreten, die von einigen Firmen ausgestellt waren. Besonderer Erwähnung sei hier des Unge'schen Entfernungsmessers gethan, welcher unter Anderem bei der schwedischen Festungsartillerie Eingang gefunden hat. — Aus Russland endlich hatten einige Petersburger Behörden und Verfertiger von Instrumenten die Ausstellung mit Erzeugnissen der Präzisionsmechanik beschickt. Milock mit optischen Artikeln, Odhner mit Arithmometern, die im Wesentlichen den von einer Braunschweiger Firma hergestellten Rechenmaschinen gleichen, ferner Richter mit physikalischen Unterrichtsapparaten und Vermessungsinstrumenten, welche der vom Kriegsministerium ausgestellten Sammlung zugetheilt waren, die einen Theil des Lehrganges an den Kadettenanstalten zur Darstellung zu bringen bestimmt war. Das russische Marineministerium hatte neben den gebräuchlichen nautischen Instrumenten einen Normalkompass ausgestellt, welcher mit gut durchgebildeter vollständiger Kompensationseinrichtung, sowie zur Erleichterung der Einstellung mit logarithmisch getheilter Vertikalskale versehen war. Ausserdem fand ein Dromoskop neuerer Konstruktion von Kryloff besonderes Interesse.

Von den übrigen aussereuropäischen Ländern erregte Japan durch die Ausstellung von Maassen, Waagen und Gewichten ein besonderes Interesse insofern, als diese Nation erst seit einigen Jahrzehnten in den Wettbewerb mit den europäischen Kulturvölkern eingetreten ist. Von Interesse waren ferner die in Japan, dem klassischen Lande der Erdbeben, durch den seit etwa 20 Jahren in Tokio lebenden Professor John Milne, einen der Preisrichter für präzisionstechnische Instrumente, zu einer hohen Stufe der Vollkommenheit durchgebildeten seismographischen Instrumente, welche die für wissenschaftliche Verwerthung erforderlichen Aufschlüsse über Dauer, Stärke und Richtung der Erdbewegungen liefern. (Fortsetzung folgt.)

Referate.

Die Interferentialmethoden in der Metrologie und die Festsetzung einer Wellenlänge als absolute Längeneinheit.[1])

Von A. Michelson. *Journal de phys. III.* (*3.*) *S. 5—8.* (*1894.*)

Das internationale Meter ist bekanntlich eine rein empirische Einheit, die ihrer Definition als dem zehnmillionsten Theil des Erdquadranten nur einigermaassen nahe kommt. Es ist daher unmöglich, diese Einheit jemals wieder genau zu reproduziren, wenn sie einmal verloren gegangen sein sollte. Aus diesem Grunde war schon lange das Bestreben danach gerichtet, die genau definirte Wellenlänge einer homogenen Lichtart als Längeneinheit festzusetzen und die Länge des Meters für eine bestimmte Temperatur in dieser Einheit auszuwerthen. Doch scheiterte dieser Versuch daran, dass die verwendeten Lichtarten (auch Natriumlicht) zu unhomogen waren, so dass nur bei verhältnissmässig dünnen Plättchen Interferenzstreifen auftraten. Verf. ist es nun gelungen, in den Linien des Kadmiumspektrums (der rothen, grünen und blauen) sehr homogene Lichtarten zu entdecken, welche bis zu 10 *cm* Entfernung Interferenzen zu beobachten gestatten. Die

[1]) Vgl. das vorige Heft *dieser Zeitschrift S. 183*, wo derselbe Gegenstand vom Standpunkte des Metrologen aus behandelt ist.

Verwendnng mehrerer verschieden grosser Wellenlängen hietet eine sehr werthvelle Kontrole für die Richtigkeit der Messungen. Eine sebr schwierige Aufgabe ist die Zäblung der Wellenlängen, welcbe auf ein grösseres Intervall gebeu. Verf. geht hierbei ven einem Intervall von 0,39 *mm* Länge aus, in welchem nngefähr 1212 Wellenlängen des rothen Kadminmlichtes enthalten sind. Dies Intervall wurde auf optischem Wege zweimal genau aneinandergesetzt und die kleine Differenz dieser Länge gegen ein deppelt so grosses Intervall mit Hilfe der Interferenzstreifen gemessen. Auf diese Weise gelangte Verf. durch fortgesetzte Verdeppelnng der Intervalle schliesslich zu 10 *cm* Länge. Dies Intervall wurde endlich auf optischem Wege zehnmal zusammengesetzt und die se entstandene Länge mit dem Meter verglichen. Nach vorläufiger Berecbnung ergab sicb die Länge des Meters aus zwei Serien im Mittel zu 1553164,0 Wellenlängen des rothen Kadminmlichtes (Wellenlänge 0,64388 μμ) in Luft ven 15° und 0,76 *m* Druck. Diese Messungen wnrden im *Bureau international* zu Breteuil ausgeführt; die Abweichung der beiden Serien vom Mittel beträgt nnr $^1/_2$ Wellenlänge. *W. J.*

Mikrometer zur Ausmessung der Platten astro-photographischer Karten.

Von W. R. M. Christie, *Astronomer Royal. Astron. and Astrophysics No. 117. (1893)*

Herr Christie, der mit zu den an der internationalen Himmelskarte betheiligten Astronemen gehört, hat im Lanfe der letzten Jahre fast alle Bestimmungen, welcbe von Seiten der Pariser Kengresse über die Anfertigung nnd Verwerthnng der Anfnahmen aufgestellt werden sind, aufgegehen und durch eigene Ideen ersetzt. Ein solches Vorgeben würde im Interesse der Gleichförmigkeit einer gemeinsamen Arbeit scbon zu verwerfen sein, aucb wenn thatsächlicbe Verhesserungen eingeführt werden wären; in Wirklichkeit aber sind die meisten dieser Verbesserungen sehr bedenklicher Natur.

Als ein eklatantes Beispiel dieser Art kann der in der vorliegenden Notiz kurz bescbriebene Messapparat bezeichnet werden, der gegen die bekanntesten Regeln der Konstruktion von Messapparaten verstösst. Es ist ein Hauptsatz der Messknnst, dass Messnngen um so genauer ausfallen, je kleiner die zn messende Strecke ist, nnd dass ferner die Einflüsse von Temperaturschwankungen und dergleichen um so geringer sind, je kompakter der Messapparat gebaut ist.

Nach diesen Prinzipien sind denn anch die allgemeinen Bestimmungen über die Ansmessnng der photograpbiscben Platten für die internationale Himmelskarte gegeben worden. Durch Benntzung eines auf der Platte aufkepirten Netzes ven 5 *mm* Strichdistanz sind die Messungen anf der Platte auf diese kleine Strecke von 5 *mm* beschränkt; die Uebertragung auf die grösseren Distanzen bewirkt das Gitter, und es ist nnr nothwendig, einmal das Gitter im Grossen auszumessen, webei man dann natürlich alle Vorsichtsmaassregeln nnd Sorgfalt anwenden kann; dass das Gitter auch den anderen Hauptzweck bat, etwaige Verzerrungen der photographischen Schicht unschädlicb zu macben, sei hier nnr nebenbei erwähnt. Es liegt nun auf der Hand, dass man als Messapparat ein Okularmikrometer benutzt mit brancbbarem Gesichtsfeld von 5 *mm* im Quadrat, und dass durch eine einfache Schlittenverrichtung jedes Quadrat der Platte in das Gesichtsfeld gebracht wird. Als eine besendere, sehr nützliche Zngabe muss es betrachtet werden, wenn das Mikroskop zwei senkrecht anf einander stehende Messschrauben enthält, wie der Messapparat des Potsdamer Observatoriums, da man alsdann beide Koerdinaten gleichzeitig messen kann nnd so sehr viel Zeit, die sonst durch Drehnng des Mikrometers oder der Platte nm 90° verbraucht wird, spart.

Herr Christie hat nnn folgende Konstruktion gewählt. Auf einem langen Schlitten, der sich in einer entsprechend sehr langen Führung bewegt, sind an den Enden zwei Mikroskepe angebracht; das eine derselben enthält nur ein Fadenkreuz nnd wird auf die Sterne der Platte eingestellt, das andere Mikroskep enthält ein Schraubenmikrometer, mittels dessen die Stellung des ganzen Scblittens auf einem Maassstabe gemessen werden

kann. Nach der Messung wird die Platte genau um 90° gedreht und nun die andere Koordinate gemessen. Die photographische Platte ist auf einem Schlitten angebracht, dessen Richtung senkrecht zu derjenigen des Hauptschlittens steht, damit jeder Punkt der Platte unter das Mikroskop gestellt werden kann. Da nun die Drehung der Platte stets um denselben Punkt, wohl den Mittelpunkt, erfolgt, so beschreiben hierbei die dem Rande näher gelegenen Sterne sehr grosse Strecken; um den Stern bei der Drehung also nicht zu verlieren, muss entweder das Einstellmikroskop ein sehr grosses Gesichtsfeld — und damit schwache Vergrösserung — haben, oder die Drehung muss sehr langsam mit sorgfältiger Nachführung beider Schlitten erfolgen. Das ist eine grosse Unbequemlichkeit. Bei einer Messung mit den üblichen Messapparaten ist erforderlich: Einstellung auf den Stern und auf die Seiten des Quadrates, Ablesung der Schraube; bei dem vorliegenden Apparat ist erforderlich: Einstellung auf den Stern, Einstellung an einem anderen Mikroskope auf einen oder zwei Striche des Maassstabes, Ablesung der Schraube.

Durch die doppelte Einstellung ist natürlich die Genauigkeit eine verminderte. Als Hauptvortheil seiner Konstruktion hebt Herr Christie den Umstand hervor, dass nun nicht mehr auf die Gitterstriche eingestellt zu werden braucht, dass also Zeit erspart wird. Eine eigenthümliche Ersparniss! Die Zeit, die sonst auf Einstellung der Gitterstriche verwendet wird, wird jetzt auf Einstellung der Maassstabstriche verbraucht. Statt der Messung der kurzen Distanzen innerhalb der Strichquadrate werden jetzt Distanzen über die ganze Platte — 12 Zentimeter — gemessen, und es ist also vorausgesetzt, dass während der stundenlangen Messungsreihen der Apparat sich nicht merklich durch Temperatureinflüsse innerhalb dieser grossen Distanzen ändert.

Diese kurzen Angaben werden genügen, den Rückschritt in der Konstruktion des Christie'schen Messapparates, gegenüber den anderen, erkennen zu lassen.

J. Scheiner.

Ueber die elliptische Polarisation im reflektirten Licht.

Von K. E. F. Schmidt. (*Sitzungsber. der Berl. Akad.*; *Phys.-math. Klasse vom 7. Dez. 1893.*)

Bereits früher (*Wied. Ann.* **37.** *S. 353*) hatte Verfasser an frischen Spaltflächen des Kalkspaths sehr merkliche elliptische Polarisation nachgewiesen, welche Drude hauptsächlich dem Einfluss der Politurschicht zuschrieb. Es wurden daher diese Erscheinungen vom Verfasser nochmals einer gründlichen Untersuchung unterworfen und zwar ohne Anwendung des Babinet'schen Kompensators mit Hilfe des hier abgebildeten Apparates, welcher die auftretenden Erscheinungen auf photographischem Wege fixirte. Auf den Spalt des Kollimators wurde das Licht eines elektrischen Kohlenbogens projizirt; die Quarzplatte war parallel zur Axe geschliffen und die Axe derselben wurde senkrecht zur Einfallsebene des Lichtes orientirt; der Analysator war unter 45° gegen dieselbe geneigt. Die beobachteten Interferenzstreifen lagen zwischen 4390,8 und 4803,7 Armstrong-Einheiten und entsprechen einer Phasendifferenz von $2^1/_2$ bezw. $1^1/_2$ Wellenlängen. Die durch Reflexion eintretende Phasenverzögerung zeigt sich in einer Verschiebung der Streifen, welche mit einem besonderen Messapparat ermittelt wurde. Die früheren Versuche wurden vollständig bestätigt und es fand sich, dass durch das Wernicke'sche Verfahren, bei dem man die polirten Flächen

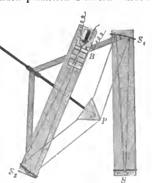
a Photographische Platte. *b* Linse. *c* Prismensatz *à vision directe.* *d* Analysator. *e* Quarzplatte. *f* Polarisator. *g* Kollimator. *h* Spalt. *i* Spiegel.

durch Abziehen mit einer Gelatineschicht von dem Polirmittel befreien kann, für fest zusammenhängende Körper (Flintglas u. s. w.) unfehlbar ein konstanter Zustand der Oberfläche erzielt wird, so dass man für die Elliptizitätskonstanten des reflektirten Lichtes fest bestimmte Werthe erhält. In theoretischer Hinsicht sehr interessant ist der Zusammenhang, den Verfasser zwischen der Elliptizität des reflektirten Lichtes und den optischen Konstanten der betreffenden Substanzen findet. Bei den Gläsern mit starker Absorption ist das Elliptizitätsgebiet gross; überwiegt dagegen die Abnahme der Dichte mit steigender Temperatur die Absorption, so ist nur eine geringe elliptische Polarisation vorhanden. Für Quarz, Flussspath u. s. w. muss man ebenfalls kleine Elliptizitätsgebiete erwarten, was durch die Beobachtung bestätigt wird. Verfasser will diese Untersuchungen nach verschiedenen Richtungen hin weiter verfolgen. *W. J.*

Ueber die Emission erhitzter Gase.

Von F. Paschen. *Wied. Ann.* **50.** *S. 409. (1893.)*

Die vom Verfasser untersuchten Gase (Luft, Sauerstoff, Kohlensäure und Wasserdampf) wurden in der Weise auf höhere Temperaturen gebracht, dass sie durch eine aus Platinband gedrehte Spirale strömten, die durch einen elektrischen Strom glühend erhalten wurde. Die so erwärmten Gase strichen an einem Spalt S vorbei, der sich im Brennpunkt eines Hohlspiegels S_1 befand. Die von S_1 ausgehenden parallelen Strahlen wurden durch ein Flussspathprisma P zerlegt und durch den zweiten Hohlspiegel S_2 auf ein Flächenbolometer B konzentrirt. Das Prisma konnte durch eine einfache Vorrichtung stets in das Minimum der Ablenkung gebracht werden; für die Dispersion desselben wurden die von Rubens und Snow ermittelten Werthe angenommen, die durch Versuche des Verfassers bestätigt werden. Die Bolometer bestanden aus zwei Platinstreifen (7 *mm* lang, 0,25 *mm* breit und 1 : 2000 *mm* dick), die über der Petroleumlampe berusst waren (Lummer-Kurlbaum'sches Bolometer, vgl. *d. Zeitschr. 1892. S. 81*); dieselben besassen 8 *Ohm* Widerstand. Ein zweites zu einigen Versuchen verwendetes Bolometer bestand aus Wollastondraht von 0,038 *mm* Dicke. Als Galvanometer dient das vom Verfasser selbst konstruirte



Instrument, (ähnlich demjenigen von Du Bois und Rubens) mit empfindlichem Magnetsystem. Die Temperatur des Gasstromes wurde durch Thermoelemente (Platin, Platin-Rhodium) allerdings in sehr roher Annäherung gemessen, indem das Thermoelement an verschiedene Stellen des Stromes gebracht wurde. Verfasser findet, dass von den untersuchten Gasen Wasserdampf und Kohlensäure ein diskontinuirliches Emissionsspektrum zeigen, und dass die Maxima dieser Spektren sich mit Aenderung der Temperatur verschieben; dieselben Maxima finden sich auch bei der Flamme des Bunsenbrenners; Luft und Sauerstoff zeigen dagegen keine Emissionsspektra. Verfasser hebt noch besonders hervor, dass diese Spektra des Wasserdampfes und der Kohlensäure nur in Folge ihrer Temperatur, dagegen ohne chemischen Vorgang auftreten. *W. J.*

Prüfung der Zapfen eines Meridianinstrumentes durch die Fizeau'sche Interferenzmethode.

Von M. Hamy. *Compt. Rend.* **117.** *S. 659. (1893).*

Zur Prüfung der Zapfen eines Durchgangsinstrumentes auf die Gestalt ihres Querschnittes schlägt Herr Hamy die Fizeau'sche Interferenzmethode vor, bei welcher bekanntlich (vgl. *diese Zeitschr. 1893. S. 366*) die Dickenänderung der zwischen zwei Glasplatten befindlichen Luftschicht aus der Zahl der bei einer Marke vorbeiwandernden Interferenzstreifen bestimmt wird.

Auf den Zapfen wird ein mit entsprechender Krümmung versehenes schweres Metallstück aufgelegt, welches sich mittels eines Stiftes fest gegen das Axenlager lehnt. Letzteres ist zu dem Zweck mit einer Vertiefung, in welche der Stift hineinragt, versehen. Dadurch sowohl, wie durch aufgelegte Gewichte, wird ein Hin- und Herwackeln des Metallstückes verhindert.

Auf dem Metallstück liegt mit seinem Ende ein in der Vertikalebene beweglicher Hebel auf, dessen Drehpunkt mit dem Zapfenlager in fester Verbindung steht. Auf seinem andern Ende trägt er einen Spiegel, und unmittelbar über diesem befindet sich die plane Fläche des plankonvexen Objektivs eines Fernrohrs, in welchem man die Interferenzstreifen beobachtet, die durch die Reflexien des vom Okular her kommenden monochromatischen Lichtes an dem Spiegel und an der planen Objektivfläche entstehen. Ist der zu untersuchende Zapfen nicht genau kreisrund, so wird der Hebel und somit auch der Spiegel vor dem Fernrohr auf und abbewegt, wodurch eine Wanderung der Interferenzstreifen erfolgt. Herr Hamy schlägt vor, den Spiegel in solcher Entfernung vom Drehpunkt anzubringen, dass die Wanderung der Streifen um eine Streifenbreite einer Aenderung der Axenneigung um 0,01 Zeitsekunde entspricht.

Da die ganze Beobachtung, welche einfach in der Zählung der Interferenzstreifen besteht, die während der Drehung des Rohres an einer festen Marke im Gesichtsfeld vorüberziehen, nur wenige Minuten dauert, so ist ein Fehler durch eintretende Temperaturänderung nicht zu befürchten. *Kn.*

Veränderlichkeit der Kapillaritätskonstante.

Von C. Marangoni. *Journ. de Phys. III. 2. S. 68. (1893).*

Zum experimentellen Nachweis der zuerst von Quincke nachgewiesenen erheblichen Veränderlichkeit der Oberflächenspannung von Flüssigkeiten, welche auch bei aräometrischen Bestimmungen eine nicht unerhebliche Fehlerursache darstellt, konstruirte Verfasser zwei einfache Vorlesungsapparate. Der eine besteht aus einem Zylinder, der durch einen seitlichen Tubulus mittels eines Gummischlauches mit einer passend aufgestellten Mariotte'schen Flasche in Verbindung steht. Der mit Wasser gefüllte Zylinder dient zur Aufnahme eines empfindlichen Aräometers. Verunreinigt man die Oberfläche des Wassers im Zylinder durch geringe Beimengung von *Extr. Saponariae officinalis,* so steigt das Aräometer sofort um einige Grade. Senkt man das Niveau durch Senken der Mariotte'schen Flasche, so nimmt das Aräometer die nämliche Stellung ein wie bei reinem Wasser; hebt man das Niveau bis zum früheren Stande, so steigt das Aräometer wiederum. Lässt man jedoch die Flüssigkeit über den Zylinderrand abfliessen, so stellt sich das Aräometer wie im reinen Wasser ein. Für den Vorlesungsversuch noch günstiger erwies sich die Anwendung eines Glimmerstreifens von beiläufig 12 *cm* Länge, 2 *cm* Breite und 0,07 *mm* Dicke an Stelle der Aräometerspindel, da bei einem solchen Kapillararäometer der Einfluss der Kapillarkräfte vermehrt, der des Auftriebes vermindert ist, und im Moment des Ueberfliessens eine Senkung fast um die ganze Länge des Glimmerstreifens beobachtet werden konnte.

Einfacher ist die zweite Anordnung, bei welcher in dem Flüssigkeitszylinder ein zweiter engerer Glaszylinder, in dessen Mitte das Aräometer schwimmt, auf- und abbewegt werden kann. Beim Heben dieses Zylinders wird die Verunreinigung der Oberfläche der Flüssigkeit durch die Glaswand mitgenommen und das Aräometer sinkt, und umgekehrt. In diesem zweiten Apparat mit „Senkröhre" erhielt Verfasser interessante Ergebnisse aus Versuchen mit Saponinblasen, welche er an Stelle des Aräometers innerhalb des Zylinders auf die Flüssigkeit setzte. Beim Heben der Senkröhre flachte sich die Blase ab, beim Einsenken der Röhre erhöhte sie sich zur Querschnittsform eines maurischen Bogens. Bezeichnet t' bzw. t'' die Oberflächenspannung der Flüssigkeit ausserhalb bzw. innerhalb der Blase, f und r Pfeilhöhe und Radius derselben, so ergiebt sich die Beziehung:

$$t''/t' = (f/r)^2.$$

Versuche unter direkter Bestimmung von t'' und t' mittels innerhalb und ausserhalb der Blase beobachteter, besonders dafür hergestellter „Kapillararäometer" einerseits und Ausmessung von f und r andererseits ergaben wegen Nichtberücksichtigung der veränderlichen Randwinkel der am Glimmerstreifen sich bildenden Menisken keine befriedigende Uebereinstimmung. Die gefundenen Werthe für $(f/r)^2$ zeigen aber, dass Aenderungen bis zum Betrage von 1 : 4 eintreten können und Verfasser schlägt daher vor, wegen der erheblichen Veränderlichkeit der sogenannten Kapillaritätskonstanten für diese Grösse den Ausdruck *Kapillaritätskoeffizient* einzuführen. *P.*

Neu erschienene Bücher.

Lehrbuch der Geometrischen Optik von R. S. Heath. Deutsche autorisirte und revidirte Ausgabe von R. Kanthack. 386 S. Berlin, 1894. Julius Springer. M. 10,—, gebunden M. 11,20.

Ref. kann sich wegen des Urtheils, welches er über den Werth des vorliegenden Werkes hegt, auf die Besprechung berufen, welche er demselben bei seinem Erscheinen in der Originalsprache in *dieser Zeitschrift 1888, S. 33,* hat zu Theil werden lassen. Dieser Werth liegt, wie ich zur Ergänzung meiner damaligen Ausführungen hinzufügen will, weniger in der Darstellung der Theorie der optischen Instrumente — eine Darstellung, welche nur selten über das Maass des allgemein Bekannten hinausgeht — als vielmehr in derjenigen der allgemeinen geometrischen Optik, der Theorie der Abbildung durch zentrale und schiefe Büschel, der Theorie der Aberration u. s. w., welche in den ersten 14 Bogen enthalten sind. Bei der Darstellung der optischen Instrumente glaubte Ref., welcher die Uebersetzung zum grösseren Theil sowohl im Manuskript als in den Korrekturbogen durchgesehen hat, durch gelegentliche Anmerkungen auf kleine Unrichtigkeiten oder Unvollständigkeiten des Originaltextes hinweisen zu sollen.

Die Uebersetzung des Heath'schen Buches, welche von der rühmlichst bekannten Verlagsbuchhandlung vortrefflich ausgestattet wurde, wird gewiss vielen willkommen sein, denen das Studium des Originals zu unbequem ist. *Cz.*

Eau sous pression. (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.*) Von F. Bloch. Paris. Gauthier-Villars et fils. M. 2,40.

Der Gegenstand des Buches ist die Besprechung derjenigen Vorrichtungen, die zum Zweck haben, Wasser zu heben, oder Druckwasser zu erzeugen. Es bespricht zunächst in lehrsatzartiger Form die bei der Konstruktion derartiger Apparate in Frage kommenden Gesetze der Hydrodynamik, und betrachtet dann theoretisch die Wirkungsweise der fraglichen Maschinen und die Abhängigkeit ihrer Leistung von den Dimensionen ihrer Theile. In einem zweiten praktischen Theile werden sodann die einzelnen Bestandtheile, wie Kolben und Ventile ausführlicher beschrieben und durch ausgeführte Beispiele erläutert. Das Buch, an dem grosse Präzision und Kürze des Ausdrucks lobend hervorzuheben sind, würde dem, der sich ein allgemeines Bild über die verschiedenen Pumpen und hydraulischen Pressen verschaffen will, gute Dienste leisten, in Fällen aber, wo man sich Belehrung über Konstruktionseinzelheiten verschaffen will, versagen. *Fm.*

Patentschau.

Drillbohrer mit Verschlusskopf. Von U. Langenegger in München. Vom 17. April 1892. No. 68476. Kl. 49.

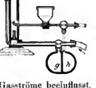
Der Drillbohrer zum Bearbeiten von Stein und ähnlichem Material besitzt eine Bohrspindel *d* in einem mit Verschlusskopf versehenen Rohr *a*. In diesem Rohr *a* ist ein in axialer Richtung verschiebbares Rohr *f* angeordnet, welches zur Bewegung der Spindelnuss *e* dient. Durch diese Anordnung ist die Bohrspindel gegen Staub und dergleichen Fremdkörper, sowie die das Werkzeug führende Hand vor den bewegten Theilen geschützt.

Biegsame Welle aus zwei entgegengesetzt gewundenen Schraubenfedern. Von B. W. Warwick in London. Vom 1. September 1892. No. 68455. Kl. 47.

Die biegsame Welle besteht aus zwei entgegengesetzt gewundenen Schraubenfedern, die derart verbunden sind, dass sie die zu übertragende Drehbewegung im gleichen Sinne vermitteln, hingegen die Drehungen in Folge eines Zuges gegenseitig dadurch aufheben, dass sie gleiche, aber entgegengesetzte Steigung haben.

(Wir bringen diesen Auszug nur deshalb, um zu zeigen, dass auch bereits allgemein bekannte und benutzte Vorrichtungen zur Patentertheilung gelangen. Biegsame Wellen in der Art dieses Patentes werden bereits seit langer Zeit in zahnärztlichen Bohrapparaten benutzt. D. R.)

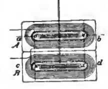
Vorrichtung zur Erzeugung von Magnesiumblitz. Von C. Schirm in Berlin. Vom 28. Februar 1891. No. 68501. (Zusatz zum Patent No. 62236.) Kl. 57.



Anstatt den das Magnesiumpulver fortführenden Gasstrom allein zur Erzeugung der Flamme zu benutzen, mischt man diesen mit einem Hauptgasstrom kurz vor der Entzündung an der Hilfsflamme. Hierzu dient der doppelte Druckballon, dessen Kammern *g h* mit dem Hauptgasstrom und dem das Magnesiumpulver treffenden Strom in der Weise verbunden sind, dass ein Druck auf den Ballon beide Gasströme beeinflusst.

Wechselstrom-Elektrodynamometer. Von J. W. Giltay in Delft, Holland. Vom 19. Oktober 1892. No. 68616. Kl. 21.

Das Elektrodynamometer besteht zunächst aus zwei parallel zu einander und über einander stehenden Multiplikatorrahmen *A* und *B*; in dem Hohlraum eines jeden Rahmens ist ein zylindrischer Kern aus weichem Eisen aufgehängt. Die einander parallelen Mittellinien der beiden Eisenkerne bilden in ihrer Ruhelage einen Winkel von 25° bis 45° zu den Wicklungsebenen der Multiplikatorrahmen. Die Eisenkerne werden von einem durch die Wicklungen geleiteten elektrischen Strom magnetisirt und gleichzeitig aus ihrer Ruhestellung abgelenkt werden. Die Drahtwicklungen der beiden Multiplikatorrahmen sind derart mit einander verbunden, dass die beiden Eisenkerne in entgegengesetzten Richtungen magnetisirt werden, so dass, wenn von einem durch die Wicklungen geleiteten Strom bei *a* des einen Kerns ein Nordpol bezw. bei *b* ein Südpol erzeugt wird, im anderen Kern umgekehrt bei *c* ein Südpol und bei *d* ein Nordpol hervorgerufen wird.

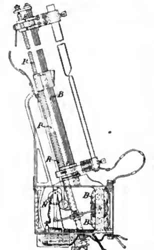


Hierdurch ist die Möglichkeit erzielt, das Instrument in *Milliampère* zu aichen, wobei die störende Wirkung des Erdmagnetismus aufgehoben ist.

Verfahren zur Herstellung von Ständern für Durchgangsfernrohre und ähnliche Instrumente. Von Keuffel & Esser Company in New-York. Vom 26. Mai 1891. No. 68750. Kl. 42.

Ständer zum Tragen der Axen von Fernrohren oder ähnlichen Instrumenten mit gespreitzten, verschieden oder gleich geneigten und dabei verdrehten Schenkeln werden zur Erzielung grösserer Widerstandsfähigkeit in der Weise hergestellt, dass die Schenkel in richtigen Maassen, jedoch in falscher Form gegossen, dann zwischen zwei Halter (Planscheiben oder dergleichen) einer Drehbank oder ähnlichen Maschine gespannt und durch langsames oder ruckweises Drehen unter Druck, Hämmern u. dergl. in die richtige Form gedreht (verdreht) werden.

Elektrische Bogenlampe mit durch Doppelschraube bewirkter Regelung. Von A. L. Shepard in London. Vom 28. Juli 1891. No. 68202. Kl. 21.



Die Regelung der Bogenlampe erfolgt durch Beeinflussung einer mit entgegengesetzt laufenden Gewinden versehenen Doppelschraube *PR* durch eine elektrische Kraftmaschine *B*. Die aus dünnem Draht hergestellten Bewicklungen der Feldmagnete und des Ankers bilden Nebenschlüsse zum Lichtbogen. Die Richtung des die Ankerwicklung durchfliessenden Stromes wird durch ein ebenfalls in einem Nebenschluss zum Lichtbogen angeordnetes Relais *N* bewirkt.

Die Entfaltung des Lichtbogens wird mittels Längsverschiebung des einen Theiles *P* der hierzu zweitheilig hergestellten Doppelschraube *PR* durch einen im Hauptstromkreise liegenden Magneten veranlasst.

Zum Antrieb der Doppelschraube können auch zwei Motoren verwendet werden, deren im Nebenschluss zum Lichtbogen liegende Anker durch Vorgelege mit den bezüglichen Schraubenhälften *PR* verbunden sind, und mittels Umschaltor durch Elektromagnete bezw. Solenoide umgesteuert werden. Das Ein- und Ausschalten wird durch die vom Lichtbogen ausgeübte magnetische Anziehung veranlasst.

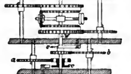
Vorrichtung zum Festklemmen der Zuleitungsdrähte in Glühlampenhaltern. Von G. Brumm in Offenbach a. M. Vom 26. März 1892. No. 68212. Kl. 21.



An einem Obertheil *A* aus isolirendem Stoff sind zwei Metallstücke *ww* befestigt. Hinter diese greifen zwei entsprechende Metallstücke *vv*, die an dem Untertheil *B*, gleichfalls aus isolirendem Stoff, welcher die stromzuführenden Stücke der Fassung trägt, befestigt sind. Die Zuleitungsdrähte werden mit Hilfe von Federn *f* an die Metallstücke angepresst und gehen dort metallische Verbindung.

Elektrizitätszähler für Ströme verschiedener Richtung. Von Prof. Dr. H. Aron in Berlin. Vom 24. Juli 1892. No. 68633. Kl. 21.

Die Vorrichtung ist mit zwei Zählwerken *ab* versehen, doch so, dass jedes derselben sich nur in einer Richtung drehen kann, im umgekehrten Sinne aber gesperrt ist. Auf eine mit dem Zähler verbundene vor- und rückwärts frei bewegliche Welle *W* sind zwei Räder *cc* mit einer solchen Reibung aufgesetzt, dass dieselbe hinreicht, ein nicht gesperrtes Zählwerk mitzunehmen und die Aufzeichnung zu bewirken.



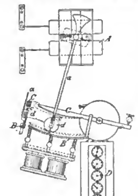
Die Einrichtung kann aber auch so getroffen werden, dass auf der frei beweglichen Welle *W* des Zählers ein festes Rad sitzt, welches in zwei Räder der Zählwerke eingreift, welche Räder mit Reibung auf ihrer Welle sitzen und in einer Richtung durch Sperrkegel gesperrt sind.

Der Elektrizitätszähler soll besonders bei elektrischen Anlagen mit Stromsammlerbetrieb Verwendung finden und den Ladungs- und Entladungsstrom getrennt aufzeichnen.

Vorrichtung zur Erzeugung einer Stichflamme aus einem Davy'schen Lichtbogen mittels magnetischer Felder. Von Hugo Zerener in Berlin. Vom 17. Juli 1891. No. 68938. Kl. 49.

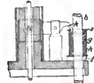
Die Vorrichtung zur Erzeugung einer Stichflamme aus einem Davy'schen Lichtbogen mittels magnetischer Felder ist gekennzeichnet durch die Anordnung der Pole eines magnetischen Feldes zu beiden Seiten des Lichtbogens, so dass die magnetischen Kraftlinien senkrecht zum Lichtbogen stehen. Dadurch stellen sich die Kraftlinien des Lichtbogens parallel zu den Molekularströmen des magnetischen Feldes. Der Abstand der Kohlenspitzen wird entweder selbthätig oder mit der Hand regulirt, oder die Kohlenstifte werden parallel zu einander und von einander isolirt so angeordnet, dass ihr Abstand und ihre Stellung zu dem magnetischen Felde unverändert die gleiche bleibt.

Elektrizitätszähler mit periodischer Zählung. Von O. Gumpel in Berlin. Vom 25. Mai 1892. No. 68696. Kl. 21.



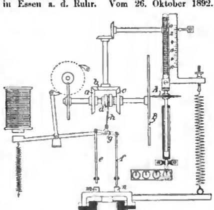
Bei diesem Elektrizitätszähler wird eine in bestimmten Zeiträumen sich wiederholende Bewegung in einem von der Zeigerstellung eines Strommessers *A* beeinflussten Hebelverhältnisse auf ein Zählwerk *D* übertragen. Die Anordnung ist so getroffen, dass der die Bewegung von der kreisförmigen Backe *B* auf den Schalthebel *C* übertragende, an dem Zeiger verschiebbare Stift *c* durch die Feder *d* in einer solchen Lage erhalten wird, dass der Zeiger *a* frei beweglich ist.

Bogenlampe mit einem als Klemmvorrichtung dienenden, mit Kugeln gefüllten Gehäuse. Von W. H. Akester in Fulham, Middlesex, England. Vom 6. August 1892. No. 68705. Kl. 21.



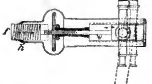
Ein mit kleinen Kugeln *g* gefülltes, in senkrechter Richtung bewegliches Gehäuse *h* umgiebt die Halterstange *b* des negativen Kohlenhalters und wird durch eine Feder *f* oder ein Gewicht in Normalstellung gehalten. Auf die im Gehäuse befindliche Scheibe *s* wirkt bei Stromschluss ein mit dem Solenoidkern (bezw. dem Anker eines Elektromagneten) in Verbindung stehender Haken *k* derart ein, dass die Stange *b* ein wenig niedergedrückt und der Lichtbogen gebildet wird.

Elektrizitätszähler. Von Fischer & Stiehl in Essen a. d. Ruhr. Vom 26. Oktober 1892. No. 68527 (Zus. z. Patent No. 55224). Kl. 21.



Die im Patent No. 55224 beschriebene Anordnung der Verschiebung des Reibungsrades *A* durch einen Elektromotor, welcher durch einen vom Verbrauchsstrom beeinflussten Schalthebel gesteuert wird, ist durch die Anordnung ersetzt, dass die Verschiebung des Reibungsrades *A* nicht durch einen besonderen Motor, sondern durch diejenige Kraftmaschine, welche die Antriebsscheibe *B* in gleichmässige Umdrehung versetzt, bewirkt wird. Die Umsteuerung für Vorwärts- und Rückwärtsgang erfolgt mit Hilfe eines Wendegetriebes *abcd* und der Umschaltvorrichtung *efgh* durch die vom Verbrauchsstrom beeinflussten Schaltknacken *m* und *n*.

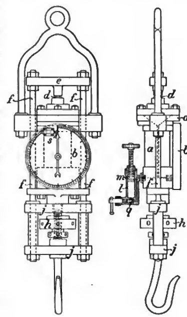
Entfernungsmesser. Von Emil Marcuse in Nürnberg und Gebr. Buchsbaum in Würzburg. Vom 3. November 1891. No. 68954. Kl. 42.



Dieser Enfernungsmesser besteht aus einem Fernrohr, welches durch eine Schraubenspindel *e* bewegt, in einer zu der zu messenden Strecke senkrechten Führung verschiebbar ist und bei der Messung um einen bestimmten kleinen Betrag schräg gestellt wird, wie die Figur andeutet. Es steht entweder mit einem mit Schraubenlinie und Skale versehenen Zylinder *f* oder mit einem um den Zylinder gelagerten ringförmigen Zeiger *h* in fester Verbindung, wobei im ersteren Falle der Zeiger, im letzteren Falle der Zylinder fest mit der Führung verbunden ist. Die Entfernung lässt sich auf der Skale der Schraubenlinie unmittelbar ablesen.

Hydraulische Waage. Von J. Jackson und E. A. Hoad in London. Vom 19. Juli 1892. No. 69066. Kl. 42.

Ein mit Flüssigkeit gefüllter, allseitig dicht geschlossener Behälter ist mit einem aussen versteiften biegsamen Diaphragma versehen, auf welches der von dem Gewicht der Luft hervorgebrachte und durch den Rahmen $jffe$ übertragene Druck durch Vermittlung eines Kolbens d wirkt. Dieser Druck wird auf die im Behälter befindliche Flüssigkeit auf einen mit dem Gefäss verbundenen Druckmesser b übertragen.



Zum Schutze gegen Beschädigungen durch Stösse in Folge plötzlichen Anbringens der Last u. s. w. sind einstellbare oder auswechselbare Träger h angeordnet, welche den Lastdruck aufnehmen, sobald der Kolben sich um das zum Anzeigen des Gewichtes der Last erforderliche oder ein etwas grösseres Wegstück bewegt hat. Zur Ausgleichung von durch Temperaturschwankungen hervorgerufenen Aenderungen des Flüssigkeitsvolumens dient der Zylinder l mit dem Kolben m und dem Absperrventil q, durch welche Vorrichtung der Fassungsraum der Flüssigkeit nach Belieben geändert werden kann. Endlich ist ein unter der Wirkung einer Feder stehender Kolben s angeordnet, um den Stoss des Zeigers bei plötzlichen Rückbewegungen in die Füllstellung abzuschwächen.

Immerwährender Kalender. Von Adolf Vaterloss in Berlin. Vom 17. Juni 1892. No. 69104. Kl. 42.

Die Einstellung des Datums bewirkt gleichzeitig die des Tagesnamens sowie des Monats. Hierzu ist die Monatsscheibe an ihrem Umfange mit einer Anzahl Einkerbungen versehen, die den Ausschlag eines Hebels regeln, der mit seinem Ende die Tagesscheibe in eine sich immer gleichbleibende, ruckweise Drehung versetzt, während eine an ihm angeordnete Nase mit Hilfe einer eigenthümlichen Schaltvorrichtung die Bewegung der Datumsscheibe so regelt, dass sie bei Monaten mit weniger als 31 Tagen, wenn sie am letzten eines solchen Monats gedreht wird, die daran fehlenden Tage überspringt.

Für die Werkstatt.

Reichel'sche Fassungen für Präzisionslibellen. Mitgetheilt von K. Friedrich.

Die Reichel'sche Fassung für Präzisionslibellen hat seit ihrer Veröffentlichung im *Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung im Jahre 1879* wesentliche Veränderungen erfahren und zur Anpassung desselben Prinzipes an gewöhnliche vorhandene, etwa zur Reparatur eingehende Libellenfassungen Veranlassungen gegeben.

Die Libelle L (Fig. 1, 2) ist mittels Zwischenlage gewachster Baumwollfäden in ein Glasrohr a geschoben. Dieses Rohr trägt an beiden Enden je einen Aufsatz, der durch Messingstopfen bb_1 verschlossen ist. Die Libelle mit ihrer Fassung ist sodann umgeben von einem zweiten Umhüllungsrohr c, welches mit den Aufsatzhöcken BB_1 verschlossen ist, die gleichzeitig die Lagerung und Justireinrichtung für die Libelle enthalten. Fig. 2 zeigt das rechte Ende der Fassung; das innere Rohr ist mit einer Kugelschraube d, die in b eingeschraubt ist, in B_1 gelagert und durch das federnde Blech e und den kleinen Messingzylinder f gegen axiale Verschiebung gesichert. Auf der linken Seite ist in b ein parallelepipedisches Stück g eingeschraubt (vgl. auch

Fig. 3), gegen dessen ebene Flächen von zwei Seiten die feingängigen Justirschrauben $h\,h_1$, von der dritten der kurze, in dem Bock B geführte und unter Federdruck stehende Zylinder i und von der vierten Seite ein Druckstück i_1 drückt, welches wie i angeordnet ist, aber nicht mit einer Kugelkuppe, sondern mit quergerichtetem Halbzylinder k an der vierten Fläche von g anliegt.

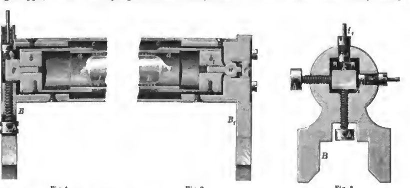


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Dieser Halbzylinder ist gegen Drehung durch die vorgelegte Verschlussplatte l gesichert, wodurch eine Drehung der Libellenfassung um ihre Axe beim Justiren verhindert wird.

Eine zweite Ausführungsform desselben Prinzips ist folgende. In Fig. 4 und 5 stellt m das äussere Umhüllungsrohr, n die innere Glasfassung dar. Diese ist am linken Ende (Fig. 4) durch einen Stopfen verschlossen, der in einer Kugel o endet, die in der Trichtersenkung einer durch die Wandung m geführten und mit Gegenmutter gesicherten Schraube p liegt und in dieser Lage durch die mit ebener Endfläche versehene Schraube q erhalten wird. Der das andere Ende (Fig. 5) verschliessende Stopfen r ist zylindrisch ausgebohrt und lässt durch diese Bohrung eine feingängige Schraube s hindurch, die in dem an dem äusseren Rohr sitzenden Klotz t ihr Gewinde hat. Ueber diese Schraube ist eine Spiralfeder geschoben, die sich gegen den Ansatz u anlegt und die innere Fassung nach unten drückt, die man mit der Schraube nach oben bewegen kann. Diese Justireinrichtung ist höchst einfach und einwandfrei und, wo nur Bewegung in einer Richtung nothwendig ist, den gewöhnlichen Einrichtungen vorzuziehen.

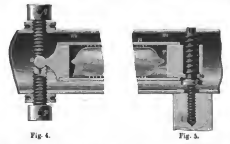


Fig. 4. Fig. 5.

Gelegentlich einer Reparatur wurde folgende einfache Einrichtung ausgeführt. An den Enden des starkwandigen Libellenrohres wurden zwei möglichst starkwandige 10 *mm* breite Ringe durch Gips befestigt. Entsprechend diesen Ringen waren an der einen Seite von unten und unter 90° zwei nicht stellbare Schrauben radial durch den Verstärkungsring des Fassungsrohres gezogen, dazu bestimmt, den auf die Libelle gekitteten Ring in der Fassung zu zentriren. Die untere Schraube greift mit ihrer kleinen Endkugel in ein Triebtergesenk des Libellenringes und verhindert eine axiale Verschiebung und Drehung der Libelle. Diesen Schrauben axial entgegen wirken federnde Kloben wie bei der Einrichtung i Fig. 3. An dem anderen Ende der Libelle wiederholt sich dieselbe Einrichtung mit dem Unterschiede, dass die beiden Anlageschrauben feingängige Stellschrauben sind, welche dem Libellen-Fassungsrohr Ausdehnung gestatten, der nur die durch den Federdruck bedingte Reibung entgegenwirkt. Eine Libelle von 1,9 *Sek.* Angabe zeigte ausserhalb und in der Fassung keine Unterschiede im Gang der Blase.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Prof. Dr. **Abbe** und **H. Haensch.**

Redaktion: Prof. Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XIV. Jahrgang. **Juli 1894.** Siebentes Heft.

Die Hartlothe für Messing.

Von

R. Schwirkus in Charlottenburg.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, Abth. II.)

Einleitnng.

Veranlassung zn der vorliegenden Arbeit gab die bekannte Thatsache, dass die in den mechanischen und verwandten Betrieben benntzten, käuflichen Hartlothe für Messing im Allgemeinen zu schwerflüssig sind, während die leichter flüssigen sich in der Regel spröde nnd wenig oder gar nicht hämmerbar zeigen. Die äusserst wenigen, allen Anforderungen entsprechenden und daher allein wirklich brauchbaren Messinglothe sind fast ganz unbekannt.

Die Schwerflüssigkeit der Hartlothe hat znr Folge gehabt, dass vielen derselben Zinn zugesetzt wurde. Dadurch erreichte man allerdings eine Erniedrigung des Schmelzpunktes, verdarb aber zugleich das Loth, da der Zinnzusatz je nach seiner Grösse stets eine grössere oder geringere Sprödigkeit hervorrief.

Die von den verschiedenen Messingwerken hergestellten Messinghalbfabrikate haben eigentlich nur die gelbe Farbe mit einander gemein; die Zusammensetznng der Legirungen und damit auch deren Schmelzpunkte sind aber von einander so abweichend, dass es nicht möglich ist, mit einem und demselben der jetzt käuflichen, hämmerbaren Hartlothe alle Sorten Messing (den Gnss mit eingerechnet) mit gleicher Sicherheit zu löthen. — Dieser Umstand ist bisher nur in geringem Maasse in Betracht gezogen worden, obwohl sich gerade hieraus die beim Hartlöthen von Messing herrschende und immer weiter um sich greifende Unsicherheit herleiten lässt.

Die heutige Metallindustrie bringt freilich viele, tadellos hartgelöthete Messinggegenstände anf den Markt, allein die bei ihrer Herstellung zur Anwendung kommende Methode eignet sich nur für die Fabrikation im Grossen nnd kann für mechanische Werkstätten nicht in Betracht kommen. Andererseits hat die heutige Metallbearbeitungstechnik einen so hohen Grad der Vollkommenheit erreicht, dass viele Gegenstände, die früher hartgelöthet werden mussten, jetzt aus dem Vollen dnrch Ziehen, Pressen, Drücken n. s. w. hergestellt werden.

Wenn sich auch mit dem Wegfall von vielen Hartlöthungen naturgemäss der Grad der Uebung und Erfahrung bei dem Einzelnen vermindern musste, so giebt dieser Umstand dennoch keinen Grund, die so häufigen Misserfolge beim Hartlöthen von Messing allein auf Rechnung der Ungeschicklichkeit zu setzen. — Die Versnchswerkstatt der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt hat es sich deshalb zur Aufgabe gemacht, diese Unsicherheiten aufzusuchen und wenn möglich zn beseitigen.

Um eine Basis für die Untersuchungen zu gewinnen, wurden alle Hartlothe, die in der Literatur aufgefunden werden konnten und für Messing brauchbar erschienen, in Betracht gezogen. Es waren dies 55; davon stellten sich bei Umrechnung auf Prozente 14 als doppelt vorhanden heraus, während 5 von vorn herein wegen des sehr hohen Zinngehaltes als zu spröde ausser Acht gelassen werden konnten. Zu den verbleibenden 36 Hartlothen kommen noch 3 von den Ulmer Messingwerken bezogene mit unbekannter Zusammensetzung, 2 nach Analyse und 14 Versuchsschmelzen, sodass im Ganzen 53 Hartlothe untersucht worden sind.

Die Untersuchungen erstreckten sich auf folgende Punkte:

1) Der Einfluss der Herstellungsmethode auf die Güte der Hartlothe.
2) Die Schmelzbarkeit bezw. das Fliessen der Hartlothe im Feuer.
3) Bestimmung der Hämmerbarkeit bezw. Bruchfestigkeit.
4) Anwendung der Hartlothe auf verschiedene Messingsorten.
5) Erniedrigung des Schmelzpunktes mit Erhaltung, bezw. Erhöhung der Hämmerbarkeit.
6) Der Einfluss des Zinnzusatzes auf die Hämmerbarkeit der Hartlothe.

1. Der Einfluss der Herstellungsmethode auf die Güte der Hartlothe.

Die Hartlothe für Messing bestehen im Wesentlichen aus Kupfer und Zink. Entweder wird die Legirung beider Metalle allein als Loth benützt, oder es werden noch Zusätze von anderen Metallen gemacht, die theils die Zähigkeit erhöhen, theils den Schmelzpunkt erniedrigen sollen. Zur Herstellung der Hartlothe schmilzt man nach dem althergebrachten, aber noch heut angewandten Verfahren zunächst das schwerflüssigste Metall, das Kupfer, dem dann die leichter schmelzenden zugesetzt werden. Bei dieser Art der Lothbereitung entsteht aber immer ein grösserer oder geringerer Zinkverlust, da das Zink die Eigenschaft besitzt, schon bei einer Temperatur von etwa 900° C. zu verdampfen bezw. zu verbrennen. Hierdurch wird der Schmelzpunkt des Lothes je nach der Grösse des Materialverlustes mehr oder weniger gehoben. — Beim einfachen Messing-Formguss schadet letzterer Umstand weniger, während es gerade bei einem Hartloth ganz besonders darauf ankommt, den einmal als richtig erkannten Schmelzpunkt auch für spätere Fälle mit der gleichen Sicherheit immer wieder zu erhalten.

In der Praxis entzieht sich der Verlust an Zink jeder Kontrole, weshalb die Lothe, welche etwa nach Analysen oder sonstigen Anweisungen hergestellt werden, in ihrer Zusammensetzung den wirklichen Angaben nicht entsprechen. Die Verminderung des Zinks ist namentlich bei kleineren Quantitäten des Schmelzgutes mit hohem Kupfergehalt sehr gross; der Verlust kann hierbei bis $^1/_4$ der ganzen Zinkmenge betragen. Die vielfach zur Lothbereitung empfohlene Benutzung von Messing an Stelle des schwerflüssigen Kupfers vermindert den Zinkverlust keineswegs, da hierbei je nach Art des einzuschmelzenden Materials grössere oder geringere Oxydation eintritt; zudem verbrennt auch das im Messing befindliche Zink wegen der hohen Erwärmung selbst sehr leicht. Schliesslich kommt noch der eingangs erwähnte Uebelstand der verschiedenen Zusammensetzung des Messings hinzu, sodass diese Art der Herstellung immer ungleiches Hartloth liefern wird.

Es kommt häufiger vor, dass an einem und demselben Arbeitsstück mehrere Hartlöthungen zu verschiedener Zeit ausgeführt werden müssen. Um nun die vorangehenden Löthungen nicht zu gefährden, benutzt man für die nachfolgenden immer leichter flüssige Lothe. Der Unterschied des Zinkgehaltes in den einzelnen

Sorten einer solchen Reihe beträgt nur etwa 5%; es ist demnach leicht ersichtlich, dass der Zinkverlust bei der Herstellung von grosser Bedeutung für solche Lothe ist, die speziell für Messing bestimmt sind.

Die erwähnte Eigenschaft des Zinks brachte auch für die Versuche anfangs grosse Schwierigkeiten, da bei jedem einzelnen der zu untersuchenden Hartlothe die Menge des Schmelzgutes nur 400 *g* betrug. Es gelang indessen bald, ein Verfahren zu finden, bei dessen Anwendung der Zinkverlust auf das geringste Maass beschränkt, bei geschickter Handhabung sogar gänzlich vermieden wird. Der wesentliche Unterschied desselben gegen das oben beschriebene besteht darin, dass zuerst das Zink bei möglichst niedriger Temperatur geschmolzen und diesem die schwerflüssigen Metalle zugefügt werden. Um dabei eine Legirung zu erzielen, müssen die letzteren jedoch vorher besonders zubereitet werden.

Das Kupfer, reine zinnfreie Abfälle, wird für sich geschmolzen und darnach in der bekannten Weise des Giessens aus etwa 2 *m* Höhe durch einen dicht über Wasser bewegten Reisigbesen granulirt. Nach erfolgtem Trocknen siebt man das Kupfer und sammelt nur die Körner, welche durch ein Sieb von etwa 1,5 *mm* Maschenweite hindurchgehen. Der gröbere Rest wird zu gleichem Zweck mit etwas Borax wieder eingeschmolzen.

Die zur Lothbereitung abgewogene Menge des granulirten Kupfers vermischt man mit etwa dem dritten Theil seines Volumens mit gestossenem Salmiak. Dieses Gemisch wird dem möglichst reinen flüssigen Zink in Portionen unter Umrühren hinzugefügt, die nächste Portion jedoch nicht früher, als bis die vorhergehende vollständig vom Zink aufgelöst ist. Die Grösse der Portionen richtet sich nach der Menge des Schmelzgutes. — Nach und nach muss dabei die Temperatur gesteigert werden; ein Verbrennen des Zinks tritt aber nur dann ein, wenn die Erhitzung unnöthiger Weise zu hoch getrieben wird. Nach erfolgter Auflösung der letzten Portion des Kupfers wird noch etwas Salmiak hinzugefügt, um soviel wie möglich von dem sich bildenden Zinkoxyd zu reduziren, gut umgerührt und in der beschriebenen Weise ausgegossen, getrocknet und gesiebt.

Leichtflüssige Metalle, die das Loth etwa enthalten soll, fügt man gleich anfangs dem flüssigen Zink bei, während Silber in dünnes Blech gehämmert und in kleine Stücke zerschnitten mit dem Kupfer zugesetzt wird. Die eingangs erwähnte verschiedene Zusammensetzung des Handelsmessings empfiehlt seine Verwendung zur Hartlothbereitung nicht, wenigstens nicht für Messinglothe. Soll trotzdem Messing an Stelle des Kupfers angewandt werden, so wird es ebenso behandelt wie letzteres.

Soll das Hartloth eisenfrei sein, wie dies für manche Instrumente durchaus nothwendig ist, so müssen die Materialien vor dem Einschmelzen auf Eisengehalt untersucht werden, oder man verwendet, um sicher zu gehen, nur elektrolytisch dargestellte Metalle. Die Schmelztiegel erhalten entweder einen Porzellaneinsatz, oder werden mit eisenfreiem Thon ausgefüttert. Das flüssige Loth wird mit Stäben aus trockenem harten Holz oder, bei kleinen Mengen, mit langen Thonpfeifen umgerührt und nur in Gefässe aus Chamotte oder Porzellan ausgegossen. Das Sortiren des Kornes geschieht in Messingsieben. Ueberhaupt ist jede Berührung mit Eisen während der Herstellung und Verarbeitung durchaus zu vermeiden.

Das Zusammenschmelzen von Zink und Kupfer in der erwähnten Weise ist unter gutziehenden Abzügen auszuführen, da anderenfalls die Salmiakdämpfe sehr lästig werden. Das beste Material für die Schmelztiegel ist der Graphitthon.[1])

[1]) Bezugsquelle: Ludwig Raum, Nürnberg.

2. Die Schmelzbarkeit der Hartlothe im Feuer.

Im Allgemeinen wird die Schmelzbarkeit der Hartlothe rein äusserlich nach deren Farbe geschätzt, die hellgelben gelten als schwerflüssig, die dunkleren als leichter und die grauen als schnellflüssig. Diese Art der Schätzung führt aber zu Trugschlüssen, da die Lothe bei zu starker Erwärmung während des Trocknens anlaufen und dunklere Färbung erhalten. Wird Werth auf die äussere Farbe als Kennzeichen gelegt, so muss das Trocknen bei niedriger Temperatur geschehen.

Die genaue Kenntniss des Schmelzpunktes eines Hartlothes hat für die Praxis nur dann Werth, wenn gleichzeitig die Schmelztemperatur des zu löthenden Materiales bekannt ist. Letzteres ist jedoch nie der Fall. Ausserdem kommt noch der Umstand in Betracht, dass zum Löthen stets Borax als Flussmittel angewandt werden muss, und dass die Hartlothe am Schmelzpunkt sich ganz verschieden verhalten. Manche von ihnen fliessen träge, andere oxydiren sich stark und verzögern dadurch das Fliessen. Für die Praxis ist allein der Zeitpunkt maassgebend, bei welchem das Loth auseinander fliesst.

Es erschien daher zweckmässiger, die Zeit zu bestimmen, welche unter sonst gleichen Verhältnissen vom Beginn der Erwärmung an bis zum völligen Dünnflüssigwerden der bereits mit Borax vermischten Hartlothe verläuft. Aus der Verschiedenheit der so gefundenen Zeitintervalle ergiebt sich dann beim Vergleich von selbst die leichtere oder schwerere Schmelzbarkeit. Diese Methode ist auch deshalb vorzuziehen, weil sie der Verwendungsart der Hartlothe in der Praxis entspricht.

Für diese Untersuchungen wurde als Wärmequelle eine Gasgebläseflamme benutzt, deren Temperatur mit Anwendung empfindlicher Druckregulatoren ausreichend konstant gehalten werden konnte. Die Hartlothe wurden zu je 0,5 *g* abgewogen und diese Menge mit 0,3 *g* gestossenem Borax und zwei Tropfen Wasser vermischt. Als Schmelzgefässe dienten kleine, mit Stiel versehene flache Tiegelchen von 12 *mm* Durchmesser, die alle in gleicher Grösse mittels eines besonders angefertigten Werkzeuges aus ein und derselben Tafel von 0,75 *mm* starkem Kupferblech hergestellt worden waren. Je fünf solcher Tiegelchen nahmen zu gleichen Theilen das fertige Gemisch eines Lothes auf.

Vor dem eigentlichen Niederschmelzen musste zunächst, dem Vorgang in der Praxis entsprechend, das vorbereitete Loth soweit erwärmt werden, bis die letzte Spur der stumpfen weissen Farbe des Borax eben im Vergehen begriffen war. Hierbei wurde die Bemerkung gemacht, dass bei einer weiter fortgesetzten Erwärmung die späteren Resultate unbrauchbar ausfielen, da alsdann schwerflüssige Lothe in der Flamme gar nicht, und leichter flüssige viel später flossen. Dieser Umstand ist auf stärkere Oxydation bei der neuen Erwärmung zurückzuführen. War das Tiegelchen nicht bis zu jenem Punkt erwärmt worden, so entstanden später dadurch Fehler, dass das noch nothwendige Vorschmelzen des Borax jedesmal einen mitunter erheblichen Zeitverlust bedingte.

Erst nach völligem Erkalten wurden die Tiegelchen der Reihe nach alle in genau gleicher, vorher festgestellter Höhe in die Flamme gebracht. Die Letztere umspülte die Tiegelchen wegen deren Kleinheit vollständig, so dass in der Ebene des Tiegels die Temperatur der Flamme an allen Punkten die gleiche blieb. Die vom Moment der Einbringung bis zum ersten Anfang des Fliessens verstreichende Zeit konnte mit Hilfe eines Metronoms in halben Sekunden ziemlich genau fest-

gestellt werden. Bei Schwankungen von 1,5 Sekunden innerhalb einer Reihe wurden alle Versuche verworfen und wiederholt. Abweichungen in solcher Höhe traten übrigens nur bei den schwerflüssigsten Hartlothen auf, bei den leichtflüssigen dagegen waren dieselben geringer, manchmal fehlten sie ganz. Die in den Zusammenstellungen unter „Schmelzzeit“ angegebenen Zahlen sind daher immer das Mittel aus 5 bis 15, in einzelnen Fällen sogar 30 zu verschiedener Zeit ausgeführten Einzelversuchen.

Die vorher erwähnte, durch zu hohes Erwärmen des Borax vor dem Schmelzen des Hartlothes herbeigeführte Verzögerung des Fliessens tritt in der Praxis sehr häufig auf, und zwar nicht nur bei schwerflüssigen, sondern auch vielfach bei leichtflüssigen Hartlothen. Wenn man nämlich ein zum Löthen vorbereitetes Messingstück längere Zeit in Rothglut bei nicht ausreichender Temperatur erhält, wie dies bei ungeübten Arbeitern aus Furcht, das Messingstück zu verbrennen, öfter geschieht, so fliesst der Borax, sobald seine Schmelztemperatur erreicht ist und man ihm Zeit dazu lässt, von den Lothkörnern herab, die Kanten und Spitzen der letzteren werden von der schützenden Decke befreit und fangen auf's Neue an, sich stark zu oxydiren. Durch die neugebildete Oxydhaut wird aber das Zusammenfliessen des Lothes verhindert und bei dem Versuch, letzteres dennoch zum Schmelzen zu bringen, verbrennt sehr häufig das Stück erst recht. Die Temperatur muss vielmehr von dem Augenblick an, wo der Borax schmilzt, energisch gesteigert werden, damit das Loth bis zum eintretenden Fluss von dem Flussmittel eingehüllt bleibt.

Grosse Stücke von Messing sind wegen der mit ihrer Masse verbundenen Wärmefortleitung dem Verbrennen aus dem vorgenannten Grunde eher ausgesetzt als kleinere Gegenstände, die ganz vom Feuer umgeben werden können. Deshalb muss gerade für Stücke von grösserer Ausdehnung das Loth leichtflüssiger sein.

3. Bestimmung der Hämmerbarkeit, bezw. Bruchfestigkeit.

Die Hämmerbarkeit wurde wiederum mit Anlehnung an die Praxis untersucht, da die Prüfung der Zerreiss- oder Bruchfestigkeit dem Praktiker keinen Anhalt für die Hämmerbarkeit bietet.[1]) — Am zweckmässigsten erschien es, die Haltbarkeit an Rohren zu prüfen, die mittels der betreffenden Lothe aus Messing, bezw. Kupfer hergestellt waren und alsdann einer allmäligen Ausweitung durch den Schweifhammer unterworfen wurden. Diese Rohre wurden von je 100 *mm* Länge, 35 *mm* Durchmesser und 1 *mm* Wandstärke aus ein und derselben Tafel Ulmer Messingblech mit stumpf zusammenstossender Naht hergestellt. Erwiesen sich manche Lothe als zu schwerflüssig, so wurden die Löthungen mit kupfernen Rohren von denselben Dimensionen wiederholt. Schlechte Löthungen wurden ebenfalls verworfen und erneuert. Die Löthungen sind alle ohne Anwendung einer Löthpistole mittels des Fochers im Holzkohlenfeuer in ordnungsmässiger Weise ausgeführt worden.

[1]) In der Praxis belegt man das hämmerbare Hartloth mit dem Ausdruck „Schlagloth“, während das nicht hämmerbare als „Hartloth (hartes Loth)“ gilt. Gegen diese Benennungen ist einzuwenden, dass sie wenig bezeichnend sind. In der Literatur ist vielfach von „zinnhaltigen Schlaglothen“, „guten Schlaglothen, nicht für Gürtler und Bronzearbeiter“ u. A. m. die Rede. Diese Lothe sind aber gar nicht hämmerbar. Es erschien daher zweckdienlicher, den Ausdruck „Schlagloth“ in der vorliegenden Arbeit überhaupt fallen zu lassen.

Man begann bei je einem Rohre mittels eines geeigneten Schweifhammers das Metall an einem Ende auf 7,5 *mm* Länge von innen heraus auszuschweifen, so dass dieses Stück des Rohres einen rechtwinklig zu letzterem stehenden Flansch von 7,5 *mm* Breite bildete. Bei dieser Bearbeitung wird das Loth am allerstärksten beansprucht, da es nicht allein dem Hammer, sondern auch der durch das Hämmern entstehenden, auf Zerreissen gerichteten Spannung Widerstand leisten muss. Riss die Naht gleich beim Beginn des Hämmerns oder wenig später ein, so wurde das Loth zu den nicht genügend hämmorbaren gerechnet und mit 0 bezeichnet. War indessen die Naht am Ende der Operation noch nicht gesprungen, so wurde der Flansch unter möglichster Schonung der Löthung abgeschnitten und eine neue Ausschweifung mit 10 *mm* Länge begonnen. Blieb auch hierbei die Löthnaht unverletzt, so wurde das Verfahren wiederholt und zwar mit 12,5 *mm*, und, wenn dann noch nothwendig, mit immer 2,5 *mm* mehr, bis schliesslich die Naht einriss. Reichte das Rohr zu einer so ausgedehnten Prüfung nicht aus, so wurden die Versuche an einem ganz gleichartigen, mit demselben Hartlothe gelötheten Rohre fortgesetzt. —

Es entstanden dadurch 8 Stufen der Hämmerbarkeit, von denen jede immer eine um 2,5 *mm* grössere Beanspruchung der Löthung bedeutet als die vorhergehende. Wenn die Naht erst dann riss, wenn der Flansch bereits rechtwinklig stand, so wurde dieses Loth noch der Stufe zugetheilt, welche der Breite der Ausschweifung entsprach, während nur völlig unversehrt gebliebene Löthungen weiter geprüft worden sind. Wenn bei der Weiterprüfung die Naht bei etwa 45 bis 60° Abweichung von der Seitenlinie einriss, so wurde dieses Loth, da seine Festigkeit grösser war, als der vorhergehende Flansch erfordert hatte, zur Hälfte der nächsten Stufe zugetheilt. Nach dem Löthen unterblieb selbstverständlich jedes neue Glühen der Rohre, da dies falsche Resultate ergeben hätte. Zur besseren Uebersicht ist die Hämmerbarkeit in den betreffenden Tafeln graphisch dargestellt.

Die ursprüngliche Absicht, die Prüfung der Bruchfestigkeit der nicht hämmerbaren Hartlothe an stumpf zusammengelötheten Messingstäben von 10 *mm* Durchmesser vorzunehmen, musste fallen gelassen werden, da es trotz grösster Vorsicht nicht gelang, völlig einwandfreie Löthungen herzustellen. Das Loth floss bei den Versuchen in keinem einzigen Falle so tadellos durch die Löthfuge, wie dies für die Bruchfestigkeitsbestimmung nöthig war; es blieben vielmehr immer freie Stellen auf den Löthflächen, welche die Festigkeit sehr beeinträchtigten.

Es sind daher von den noch vorhandenen Resten der nicht hämmerbaren Hartlothe unter Vermeidung jeglichen Zinkverlustes je 2 Stäbchen von 100 *mm* Länge und 10 *mm* Durchmesser gegossen worden; dasselbe geschah, um einen Vergleich der Festigkeiten zu ermöglichen, mit vier der weniger hämmerbaren Hartlothe, den Nr. 8, 17, 24 und 30. Jedes einzelne der Stäbchen wurde drei bis viermal auf einem dazu geeigneten Apparate zerbrochen. Die betreffenden Zahlen in Tafel 2 sind daher immer das Mittel aus mindestens 6 Einzelversuchen. Das Hartloth Nr. 36 ist weggelassen worden, weil während des Einschmelzens ein grosser Theil des Cadmiums aussinterte und durch Oxydation verloren ging.

Die leicht- und schnellflüssigen Hartlothe sind für die Praxis nicht zu entbehren. Sie werden speziell für solche Gegenstände gebraucht, die eine höhere Erwärmung nicht vertragen, oder die nach erfolgter Löthung einer weiteren mechanischen Bearbeitung nicht mehr unterworfen werden. Wenn auch von solchen Löthungen nur ein geringes Maass von Festigkeit gefordert wird, so sollte man im Interesse der Sicherheit damit doch nicht unter eine gewisse Grenze herabgehen.

Praktische Versuche haben gezeigt, dass nicht hämmerbare Lothe, deren Bruchfestigkeit nicht mindestens 2 *kg* pro *qmm* beträgt, überhaupt keine Verwendung mehr finden sollten.

In mechanischen Werkstätten werden auch die besseren der nicht hämmerbaren Hartlothe nur sehr selten angewandt; hier hat man sich längst in richtiger Erkenntniss der Gefahr dem sogenannten Silberloth (mit 62 % Feinsilber) zugewandt, obwohl dasselbe erheblich theurer ist und noch nicht die geforderte Sicherheit in Bezug auf Haltbarkeit bietet, wie die Hämmerbarkeitsziffer 2 von Nr. 46 in Tafel 3 (Seite 238) beweist.

4. Anwendung der Hartlothe auf verschiedene Messingsorten.

Um festzustellen, ob die Zusammensetzung des Handelsmessings wirklich von so einschneidender Bedeutung für die Hartlöthtechnik ist, wurden neun verschiedene, gewöhnliche Messingsorten der Löthprobe unterworfen; die Schmelzzeiten derselben sind der Kontrole halber vorher bestimmt worden. Zur Anwendung kamen schwerflüssige Lothe mit abnehmendem Kupfergehalt und zwar immer je ein Hartloth für alle neun Messingsorten. Nr. 1 bis 3 sind Messing-Zink-Lothe, während 10 bis 13 aus Kupfer und Zink hergestellt sind.

Die in Tafel 1 angegebenen Resultate[1]) entsprechen, wie vorauszusehen war, der Verschiedenheit der ermittelten Schmelzzeiten. Es zeigte sich Nr. 1 nur für zwei, Nr. 2 nur für vier Messingsorten brauchbar. Erst Nr. 3 ergiebt ein für alle Messingsorten gleich günstiges Resultat. Der Erfolg wäre bei Benutzung des leichtflüssigsten Messings zur Lothbereitung ein besserer gewesen, während umgekehrt schwerflüssigeres Messing ein ungünstigeres Ergebniss geliefert hätte. Es kann demnach ein Hartloth aus Messing und Zink nur aus dem zu löthenden Messing selbst in richtigem Verhältniss bereitet werden. Grosse mechanische Werkstätten, die ihren Bedarf an Messing und Hartloth stets von ein und derselben Fabrik beziehen, werden daher, da das Hartloth von dem dort hergestellten Messing angefertigt wird, weniger unter den allgemeinen Missständen zu leiden haben, obwohl die Klagen über ungenügende Hartlothe für Messing auch von dort her zahlreich sind. Kleinere Werkstätten, die weder den Ursprung ihres Messings, noch den des Hartlothes kennen, leiden unter den Uebelständen sehr.

Nr. 10 und 11 sind für Messing jeder Art unverwendbar; Nr. 12 kann nur für sehr schwer schmelzbares Messing, wie Dürener oder Sächsisches benutzt werden; erst Nr. 13 ist für alle Sorten gleich brauchbar. Trotzdem ist dasselbe doch noch so schwerflüssig, dass man mit Rücksicht auf stets sichere Erfolge mit dem Kupfergehalt noch weiter, etwa bis 33 oder 35 % herabgehen muss. Ein solches Loth ist aber, immer unter der Annahme, dass nicht nur Blech, sondern auch massive Stücke damit gelöthet werden sollen, die später stark gehämmert oder gerichtet werden müssen, nicht haltbar genug, wie dies in Tafel 2 bei Nr. 14 (S. 234) aus der fehlenden Hämmerbarkeit ersichtlich ist. Hartlothe mit 45 bis 50 % Kupfergehalt haben für weniger beanspruchte Löthungen genügende Festigkeit, sind aber im Allgemeinen zu schwerflüssig.

Aus der Wirkung der Hartlothe Nr. 2 und 3 ist übrigens die scharfe Grenze des zulässigen Kupfergehaltes deutlich ersichtlich. Nr. 2 enthält nur etwa 3 % Kupfer mehr als Nr. 3, und doch ist das erstere nur noch für die schwerflüssigsten Messingsorten anwendbar.

[1]) „An der Grenze" bedeutet, dass das Messing eine stärkere Erwärmung nicht mehr ertragen hätte.

Tafel 1.

Marke.	Loth.	Nr. 1. 87 Th. Messing 13 „ Zink	Nr. 2. 81 Th. Messing 19 „ Zink	Nr. 3. 77 Th. Messing 23 „ Zink	Nr. 10. 61 Th. Kupfer 39 „ Zink	Nr. 11. 56 Th. Kupfer 44 „ Zink	Nr. 12. 51 Th. Kupfer 49 „ Zink	Nr. 13. 46 Th. Kupfer 54 „ Zink
	Schmelzzeit.	16,2	15	14,8	19,2	19	15,6	14,8
Neue Berliner Messingwerke	16,8	Verbrannt	An der Grenze	Gut	Verbrannt	Verbrannt	Verbrannt	Gut
Englisches Messing (Jens Müller Söhne, Hamburg)	17,2	Verbrannt	An der Grenze	Gut	Verbrannt	Verbrannt	An der Grenze	Gut
Basse & Selve, Altena	17,6	Verbrannt	An der Grenze	Gut	Verbrannt	Verbrannt	An der Grenze	Gut
K. & G. Schmoele, Menden	18,8	Verbrannt	An der Grenze	Gut	Verbrannt	Verbrannt	An der Grenze	Gut
Elbinger Messingwerke	18,8	An der Grenze	Gut	Gut	Verbrannt	Verbrannt	An der Grenze	Gut
Julius August Erbsloch, Barmen	19,4	An der Grenze	Gut	Gut	Verbrannt	Verbrannt	An der Grenze	Gut
Ulmer Messingwerke, (Max Kochius, Berlin S.).	21	An der Grenze	Gut	Gut	Verbrannt	Verbrannt	An der Grenze	Gut
Dürener Messingwerke	22.6	Gut	Gut	Gut	An der Grenze	An der Grenze	An der Grenze	Gut
Sächsische Messingwerke, Auerhammer	23	Gut	Gut	Gut	An der Grenze	An der Grenze	An der Grenze	Gut

Erläuterungen zu Tafel 2.

Die Hartlothe sind, soweit dies möglich war, nach ihrer Zusammensetzung geordnet und die hierher gehörigen Versuchsschmelzen an den richtigen Stellen eingefügt worden. Diese Schmelzen hatten nur den Zweck, den Einfluss geringer Veränderung in der Zusammensetzung festzustellen.

Bei den Resultaten der Löthversuche fällt es auf, dass eigentlich nur wenige der Lothe, streng genommen deren acht, zu schwerflüssig und für Messing gänzlich ungeeignet sind. Dies erklärt sich aus dem Umstand, dass, wie bereits erwähnt, dasselbe Messing zu den Rohren und den Lothen Verwendung gefunden hat. Anderes Messing in den Lothen hätte auch hier ganz andere Resultate ergeben. Bei den Angaben über die Hämmerbarkeit bemerkt man, dass letztere nicht, wie man vermuthen sollte, mit zunehmendem Kupfergehalt wächst, sondern dass dieselbe von einer bestimmten Mischung an nach oben und unten abnimmt. Bei der Messing-Zink-Reihe spricht sich dies ganz deutlich aus; die grösste Hämmerbarkeit liegt dort zwischen Nr. 3 und Nr. 6 mit etwa 52 und 48 % Kupfergehalt. Bei der Kupfer-Zink-Reihe zeigt Nr. 13 mit 46 % Kupfer die grösste Dehnbarkeit. Lothe mit mehr als 65% Zinkgehalt können als ausreichend hämmerbar nicht mehr gelten.

Da auch von den geringsten Löthungen noch immer ein gewisses Maass von Festigkeit verlangt werden muss, so ist als untere Grenze der Hämmerbarkeit die Flanschbreite von 7,5 *mm* nach vorgegangenen Versuchen als erforderlich für Löthungen in mechanischen Werkstätten festgestellt worden. Die meisten der hämmerbaren Lothe gehen über eine Flanschbreite von 10 *mm* nicht hinaus; dies ist für den ersten Augenblick auffällig, da gerade diese Lothe der Messing-Zink- und der Kupfer-Zink-Reihe von den Kupferschmieden verarbeitet werden. Letztere und ähnliche Blecharbeiter, welche die Arbeit an den gelötheten Gegenständen mit dem Hammer vollenden, glühen aber ihre vom Hämmern hartgewordenen Arbeitsstücke wieder aus, um sie für die weitere Bearbeitung weich zu machen; sie geben also dem hart gehämmerten Lothe die ursprüngliche Zähigkeit wieder. Die Mechaniker hämmern dagegen die vom Löthen weich gewordenen Gegenstände hart und dicht und verarbeiten sie ohne neues Ausglühen, in hartem Zustand. Die zuerst erwähnten Handwerker löthen zumeist Blech, welches dem Hammer leichter nachgiebt als massives Metall, das fast ausschliesslich von den Mechanikern verarbeitet wird. Dies ist auch der Grund weshalb die letzteren mit einem verhältnissmässig schwerflüssigen Lothe nicht sicher arbeiten können.

Von den untersuchten 38 Hartlothen fallen in Bezug auf Brauchbarkeit für Messing 14 wegen zu geringer bezw. fehlender Hämmerbarkeit ganz heraus. Es sind dies sämmtlich leicht- bis sehr schnellflüssige Lothe und zwar die Nr. 9, 15, 18 bis 22, 25 bis 29, 36 und 38. Als zu schwerflüssig sind mit Berücksichtigung aller Umstände diejenigen erkannt worden, deren Schmelzzeit mehr als 14 der oben erwähnten Zeitintervalle beträgt. Dazu gehören Nr. 1 bis 5, 10 bis 14, 16, 17, 23, 30, 31, 33, 34 und 37. Als maassgebend für die Beurtheilung dieser Hartlothe galt ausser dem für Messing überhaupt zu hochliegenden Schmelzpunkt zu träges Fliessen und leichte Oxydirbarkeit im Feuer.

Von den verbleibenden 6 Lothen, die nun die eigentlichen Messinglothe darstellen sollen, fallen wieder die Nr. 6, 7 und 8 heraus, da Messing zu ihrer Herstellung Verwendung finden muss. Ausserdem ist es fraglich, ob ihre Hämmerbarkeit sich eben so günstig gestalten wird, wenn anderes Messing benutzt wird.

Ta

Laufende Nr.	Zusammensetzung. (Gewichtstheile.) Messing	Kupfer	Zink	Zinn	Wismuth	Silber	Blei	Cadmium	Aeussere Farbe. (Annähernd.)	Festigkeit des Kornes.	Resultate beim Löthen von Messing.	Grad der Flüssigkeit.
1	87	—	13	—	—	—	—	—	Messinggelb	Weich mit zunehmender Härte	Messing verbrannt	Sehr strengflüssig
2	81	—	19	—	—	—	—	—	Dunkelgelb		An der Grenze	Desgl.
3	77	—	23	—	—	—	—	—	Rothgraugelb		Gut geflossen	Strengflüssig
4	76	—	24	—	—	—	—	—	Rothgrau		Desgl.	Desgl.
5	74	—	26	—	—	—	—	—	Hellrothgrau		Desgl.	Desgl.
6	71	—	29	—	—	—	—	—	Gelbgrau		Desgl.	Gutflüssig
7	69	—	31	—	—	—	—	—	Grau	Bröcklig	Desgl.	Desgl.
8	64	—	36	—	—	—	—	—	Hellgrau	Springt unterm Hammer	Desgl.	Desgl.
9	59	—	41	—	—	—	—	—	Halbweiss	Zerreiblich	Desgl.	Leichtflüssig
10	—	61	39	—	—	—	—	—	Mittelgelb	Weich mit zunehmender Härte	Messing verbrannt	Sehr schwerflüssig
11	—	56	44	—	—	—	—	—	Gelbgrau		Desgl.	Desgl.
12	—	51	49	—	—	—	—	—	Hellgelbgrau		Desgl.	Sehr strengflüssig
13	—	46	54	—	—	—	—	—	Graugelb		Gut geflossen	Strengflüssig
14	—	45	55	—	—	—	—	—	Desgl.		Desgl.	Desgl.
15	—	33	67	—	—	—	—	—	Dunkelgraugelb	Zerreiblich	Desgl.	Gutflüssig
16	69	—	29	2	—	—	—	—	Graugelb	Bröcklig	Geflossen	Strengflüssig
17	74	—	22	3	—	—	—	—	Desgl.	Springt unterm Hammer	Desgl.	Desgl.
18	70	—	24	6	—	—	—	—	Hellgraugelb	Zerreiblich	Desgl.	Leichtflüssig
19	64	—	30	6	—	—	—	—	Weissgrau	Desgl.	Desgl.	Desgl.
20	68	—	23	9	—	—	—	—	Desgl.	Pulverisirbar	Desgl.	Schnellflüssig
21	77	—	13	10	—	—	—	—	Desgl.	Desgl.	Desgl.	Leichtflüssig
22	80	—	4	16	—	—	—	—	Desgl.	Desgl.	Desgl.	Desgl.
23	—	72	26	3	—	—	—	—	Gelbgrau	Weich	Messing verbrannt	Ausserordentlich schwerflüssig
24	—	48	49	3	—	—	—	—	Hellgelbgrau	Desgl.	Gut geflossen	Gutflüssig
25	—	57	28	15	—	—	—	—	Hellgrau	Pulverisirbar	Desgl.	Schwerflüssig
26	—	60	20	20	—	—	—	—	Desgl.	Zerreiblich	Desgl.	Desgl.

fel 2.

Schmelzzeit in halben Sekunden.	Rohrmaterial.	Hämmerbarkeit. Breite des ausgearbeiteten Flansches in *mm*.								Hämmerbarkeitsziffer.	Bruchfestigkeit der nicht hämmerbaren Hartlothe.	Bemerkungen.
		I 7,5	II 10	III 12,5	IV 15	V 17,5	VI 20	VII 22,5	VIII 25		*kg* pro *qmm*	
16,2	Kupfer									2		
15	Messing									2		
14,8	Desgl.									$2^{1}/_{2}$		
14,8	Desgl.									$2^{1}/_{2}$		Versuchsschmelze
14,2	Desgl.									$2^{1}/_{2}$		
14	Desgl.									$2^{1}/_{2}$		
14	Desgl.									$1^{1}/_{2}$		
13,9	Desgl.									1	5,1	
13,2	Desgl.									0	1,7	
19,2	Kupfer									2		
19	Desgl.									2		
15,6	Desgl.									2		
14,8	Messing									3		
14,5	Desgl.									$2^{1}/_{2}$		Versuchsschmelze
14	Desgl.									0	1,4	
14,6	Messing									2		
14,4	Desgl.									$1^{1}/_{2}$	6,5	
12,8	Desgl.									0	1,1	
13,2	Desgl.									0	1	
12	Desgl.									0	1,7	
13,2	Desgl.									0	1,3	
12,6	Desgl.									0	1,1	
24	Kupfer									$1^{1}/_{2}$		
13,6	Messing									$1^{1}/_{2}$	6,9	
11,8	Desgl.									0	1,2	
11,4	Desgl.									0	2	

Tafel 2.

Laufende Nr.	Zusammensetzung. (Gewichtstheile.) Messing	Kupfer	Zink	Zinn	Wismuth	Silber	Blei	Cadmium	Aeussere Farbe. (Annähernd.)	Festigkeit des Kornes.	Resultate beim Löthen von Messing.	Grad der Flüssigkeit.
27	57	29	—	14	—	—	—	—	Dunkelgrau	Springt unterm Hammer	Gut geflossen	Gutflüssig
28	20	30	50	—	—	—	—	—	Desgl.	Zerreiblich	Desgl.	Sehr schnellflüssig
29	83	—	—	17	—	—	—	—	Hellgrau	Pulverisirbar	Desgl.	Desgl.
30	—	72	18	4	8	—	—	—	Desgl.	Etwas spröde, bröcklig	Messing verbrannt	Sehr schwerflüssig
31	78	—	18	—	—	4	—	—	Grüngelb	Weich	Gut geflossen	Sehr strengflüssig
32	—	43	48	—	—	9	—	—	Dunkelgelb	Desgl.	Desgl.	Leichtflüssig
33	—	53	45	—	—	—	0,5	—	Mittelgelb	Desgl.	Messing verbrannt	Sehr strengflüssig
34	—	53	45	1,5	—	—	0,5	—	Dunkelgelb	Desgl.	An der Grenze	Strengflüssig
35	—	44	51	3,5	—	—	1,5	—	Blaugrau	Desgl.	Gut geflossen	Gutflüssig
36	—	33	51	—	—	2	—	14	Gelbweiss	Zerreiblich	Desgl.	Sehr schnellflüssig
37	Französisches Messingloth								Goldgelb	Weich	Messing verbrannt	Sehr strengflüssig
38	Soudure blanche								Weiss	Pulverisirbar	Gut geflossen	Gutflüssig

Nr. 24 und 26 sind nicht hämmerbar genug. So bleibt von allen untersuchten 38 Hartlothen nur eines, welches allen Anforderungen wirklich entspricht. Es ist dies das wenig bekannte, aber doch in manchen Werkstätten mit grösstem Erfolg benützte Loth Nr. 32 mit Silberzusatz. Dasselbe ist für Messing jeder Art vollkommen leichtflüssig genug, seine Hämmerbarkeit übertrifft die der gebräuchlichen Lothe um das Doppelte. Das ähnlich zusammengesetzte, allerdings zu schwerflüssige Loth Nr. 31 zeigt eine ganz ungewöhnliche, völlig unerwartete Dehnbarkeit; es sind daher auf Grund dieser Vorzüge weitere Versuche mit solchen Lothen angestellt worden.

5. Erniedrigung des Schmelzpunktes mit gleichzeitiger Erhöhung der Hämmerbarkeit.

Für die erwähnten Versuche wurden die Lothe der Kupfer-Zink-Reihe mit einem Silberzusatz von 2 bis 6% neu hergestellt. Die nachstehende Zusammenstellung der Schmelzzeiten und der Hämmerbarkeitsziffern lassen das damit erreichte günstige Resultat sofort erkennen.

Trotzdem bei Nr. 39 der Schmelzpunkt sehr heruntergegangen ist, bleibt dieses Loth für Messing zu schwerflüssig. Nr. 41 bis 43 haben dagegen so niedrige Schmelzzeit und so hohe Hämmerbarkeit erhalten, dass namentlich Nr. 42 und 43 sich als recht gute Lothe erweisen. Sie werden im Feuer so dünnflüssig, dass sogar Nr. 41 befriedigende Resultate ergeben hat, obwohl dieses Loth zu den strengflüssigen gehört.

Bei der einheitlichen Zusammenstellung in Tafel 3 ist die Analyse des

(Fortsetzung.)

Schmelzzeit in halben Sekunden.	Rohrmaterial.	Hämmerbarkeit. Breite des ausgearbeiteten Flansches in *mm*. I 7,5	II 10	III 12,5	IV 15	V 17,5	VI 20	VII 22,5	VIII 25	Hämmerbarkeitsziffer.	Bruchfestigkeit der nicht hämmerbaren Hartlothe. *kg pro qmm*	Bemerkungen.
13,8	Messing									0	3,4	
10,2	Desgl.									0	1	
10	Desgl.									0	1,4	
19,2	Kupfer									$1^1/_2$	6,8	
15,2	Messing									8		
13	Desgl.									4		
15,2	Kupfer									$2^1/_2$		Versuchsschmelze
14,2	Desgl.									$1^1/_2$		
13,8	Messing									$1^1/_2$		
10,4	Desgl.									0		
15,7	Kupfer									4		Aus den Ulmer Messingwerken
13,6	Messing									0		

ausserordentlich dehnbaren Lothes Nr. 31 unter Nr. 40, eine Kontrolschmelze des Lothes Nr. 32 unter Nr. 44, eine weitere Versuchsschmelze mit 12% Silber unter Nr. 45 eingefügt. Das Silberloth Nr. 46 gehört streng genommen nicht hierher, es ist aber seiner häufigen Verwendung wegen analysirt und ebenfalls untersucht worden.

Kupfer — Zink: Nr.	Zusammensetzung (Gewichtstheile)	Schmelzzeit	Hämmerbarkeit	Kupfer — Zink — Silber: Nr.	Zusammensetzung (Gewichtstheile)	Schmelzzeit	Hämmerbarkeit
10	61 Kupfer 39 Zink	19,2	2	39	59 Kupfer 39 Zink 2 Silber	15,6	3
11	56 Kupfer 44 Zink	19	2	41	53 Kupfer 43 Zink 4 Silber	14,5	5
12	51 Kupfer 49 Zink	15,6	2	42	48 Kupfer 48 Zink 4 Silber	13,8	5
13	46 Kupfer 54 Zink	14,8	3	43	42 Kupfer 52 Zink 6 Silber	13,4	6

Tafel 3.

Laufende Nr.	Zusammensetzung (Gewichtstheile) Kupfer	Zink	Silber	Aeussere Farbe. (Annähernd.)	Festigkeit des Kornes.	Resulte beim Löthen von Messing	Grad der Flüssigkeit.	Schmelzzeit in halben Sekunden.	Rohr-Material.	Hämmerbarkeit. Breite des ausgearbeiteten Flansches in mm. I 7,5	II 10	III 12,5	IV 15	V 17,5	VI 20	VII 22,5	VIII 25	Hämmerbarkeitsziffer.
39	59	39	2	Hellgrüngelb	Weich mit zunehmender Härte	Messing verbrannt	Sehr schwerflüssig	15,6	Kupfer									3
40	50	46	4	Grüngelb		Gut geflossen, sehr dünnflüssig	Strengflüssig	15,2	Messing									8
41	53	43	4	Grüngelb, dunkler		Desgl.	Desgl.	14,5	Desgl.									5
42	48	48	4	Goldgelb		Desgl.	Gutflüssig	13,8	Desgl.									5
43	42	52	6	Dunkelgoldgelb		Desgl.	Desgl.	13,4	Desgl.									6
44	43	48	9	Röthlichgelb		Desgl.	Leichtflüssig	12,9	Desgl.									4
45	38	50	12	Hellrothgelb	Bröcklig	Desgl.	Schnellflüssig	11	Desgl.									$3^1/_2$
46	Silberloth 26	12	62	Weissgelb	(In Blechform)	Desgl.	Schnellflüssig	11,5	Messing									2

Bei der Vergleichung der Schmelzzeiten der beiden Lothe Nr. 40 und 41 fällt es auf, dass das kupferreichere Loth Nr. 41 das leichtflüssigere ist. Ein Fehler liegt nicht vor, da das Loth gerade mit Rücksicht auf die Abweichung zweimal hergestellt und sorgfältig untersucht worden ist. Den Zahlenangaben des Lothes Nr. 40 liegt die Analyse zu Grunde. Die Ursache der Erscheinung dürfte wohl allein in der Anwendung des verschiedenen Materiales zu suchen sein. Zur Herstellung von Nr. 40 ist Messing, zu Nr. 41 dagegen Kupfer verwandt worden. Beide Lothe sind übrigens ziemlich gleichwerthig.

Der Gang des Silberzusatzes von Nr. 39 ab bis Nr. 46 lässt deutlich erkennen, dass mit abnehmendem Kupfergehalt der Silberzusatz zuerst weniger, später aber ganz erheblich gesteigert werden muss, wenn die Lothe hämmerbar bleiben sollen.

Auf Tafel 4 sind die Resultate der Löthproben mit den neun verschiedenen Messingsorten angegeben. Darnach ist der gute Erfolg beim Hartlöthen von Messing von Nr. 41 ab sicher. — Der Unterschied der Schmelzpunkte der beiden Lothe Nr. 40 und 41 macht sich auch hier bemerkbar.

Tafel 4.

Marke.	Loth.	Nr. 39. 59 Th. Kupfer 39 „ Zink 2 „ Silber	Nr. 40. 50 Th. Kupfer 46 „ Zink 4 „ Silber	Nr. 41. 53 Th. Kupfer 43 „ Zink 4 „ Silber	Nr. 42[1]. 48 Th. Kupfer 48 „ Zink 4 „ Silber
	Schmelzzeit.	15,6	15,2	14,5	13,8
Neue Berliner Messingwerke . .	16,8	Verbrannt	An der Grenze	Gut	Gut
Englisches Messing (Jens Müller, Söhne) Hamburg	17,2	Verbrannt	An der Grenze	Gut	Gut
Basse & Selve, Altena.	17,6	Verbrannt	An der Grenze	Gut	Gut
K. & G. Schmoele, Menden. . .	18,8	Verbrannt	An der Grenze	Gut	Gut
Elbinger Messingwerke	18,8	Verbrannt	An der Grenze	Gut	Gut
Julius & August Erbsloeh, Barmen	19,4	An der Grenze	Gut	Gut	Gut
Ulmer Messingwerke (Max Kochius, Berlin S.)	21	Gut	Gut	Gut	Gut
Dürener Messingwerke.	22,6	Gut	Gut	Gut	Gut
Sächsische Messingwerke, Auerhammer	23	Gut	Gut	Gut	Gut

[1]) Nr. 42 ist nur der grösseren Sicherheit halber bei diesen Versuchen mit in Betracht gezogen worden; die Resultate mit Nr. 41 sind für sich allein schon maassgebend.



6. Der Einfluss des Zinnzusatzes auf die Hämmerbarkeit der Hartlothe.

Aus Tafel 2 (S. 234 u. 235) ist ersichtlich, in welcher Weise man bemüht gewesen ist, den Schmelzpunkt der Lothe herab zu setzen. Es ist dazu in je einem Falle Cadmium und Wismuth, sonst aber stets Zinn benutzt worden. Diese Lothe zeigen alle wenig oder gar keine Hämmerbarkeit. Namentlich ist in dieser Beziehung der Vergleich der Lothe Nr. 33 ohne und Nr. 34 mit 1,5 Zinnzusatz lehrreich. Um festzustellen, bis zu welchem Grade das Zinn im Hartloth unschädlich ist, wurde ein mittleres hämmerbares Loth aus 76 Theilen Messing und 27 Theilen Zink mit 1 bis 6 % Zinngehalt hergestellt und untersucht.

Tafel 5.

Laufende Nr.	Zusammensetzung. (Gewichtstheile)			Aeussere Farbe. (Annähernd)	Festigkeit des Kornes.	Grad der Flüssigkeit.	Schmelzzeit in halben Sekunden.	Hämmerbarkeit.					Hämmerbarkeitsziffer.
	Kupfer	Zink	Zinn					Rohrmaterial.	Breite des ausgearbeiteten Flansches in mm. I 7,5	II 10	III 12,5	IV 15	
47	76	24	—	Rothgrau	Weich	Strengflüssig	14,8	Messing					$2^1/_2$
48	75	24	1	Graugelb	Etwas härter	Etwas leichter	14,2	Desgl.					2
49	75	23	2	Etwas heller	Desgl.	Immer noch strengflüssig	13,8	Desgl.					$1^1/_2$
50	74	23	3	Dunkelgrau	Bröcklig	Mittelflüssig	13,6	Desgl.					1
51	74	22	4	Desgl.	Springt unter dem Hammer	Desgl.	12,8	Desgl.					$^1/_2$
52	73	22	5	Etwas dunkler	Zerreiblich	Gutflüssig	12,6	Desgl.					0
53	73	21	6	Desgl.	Pulverisirbar	Leichtflüssig	12,2	Desgl.					0

Tafel 5 ergiebt, dass mit steigendem Zinnzusatz Schmelzzeit und Hämmerbarkeit ganz regelmässig abnehmen. Mit 5 % Zinngehalt ist das Loth wohl leichtflüssig genug geworden, allein es hat seine Zähigkeit gänzlich eingebüsst. Hiernach darf ein Kupfer-Zink-Loth, das auch nur geringere Hämmerbarkeit besitzen soll, nur äusserst wenig Zinn enthalten. Ein so kleiner Zinnzusatz hat aber nicht die gewünschte Schmelzpunkt-Erniedrigung zur Folge. Der schädliche Einfluss des Zinnes kommt stets zur Geltung, wie dies das Loth Nr. 23 mit dem hohen Kupfergehalt von 72 % und nur 3 % Zinn mit seiner verhältnissmässig sehr geringen Hämmerbarkeit ($1^1/_2$) zur Genüge beweist.

Schlussbemerkungen.

Nach den gefundenen Resultaten sind für den Gebrauch in mechanischen Werkstätten folgende Hartlothe für Messing zu empfehlen:

Laufende Nr.	Zusammensetzung. (Gewichtstheile.) Kupfer	Zink	Silber	Anwendung.
41	53	43	4	Nur für besonders schwerflüssige Messingsorten.
42	48	48	4	Für mittleres Messing, erste Löthungen.
43	42	52	6	Für Blech und Draht.
44	43	48	9	Für zweite Löthungen, sowie für den gewöhnlichen Gebrauch in der Werkstatt.
45	38	50	12	Für dritte Löthungen und als Ersatz für alle zinnhaltigen schnellflüssigen Hartlothe.

Im Allgemeinen dürften die Lothe Nr. 42, 44 und 45 für jede Werkstatt ausreichen. Die Lothe Nr. 39 und 40, sowie im Anschluss hieran Nr. 42 können recht gut für kupferne Apparate Verwendung finden; die geringe Beimengung des Silbers macht das Ausglühen weniger nothwendig, sodass die Einführung dieser Lothe für die Kupferarbeit trotz des etwas höheren Preises immer noch der Zeit- und Arbeitersparniss wegen als Vortheil erscheint. Die Lothe Nr. 42 bis 45 sind so sicher, dass nur grosse Ungeschicklichkeit Schaden anrichten kann; sie fliessen ganz vorzüglich. Ihre Hämmerbarkeit ist doppelt so gross als die der gewöhnlichen bekannten Hartlothe der Kupferschmiede; sie sind mit Ausnahme von Nr. 45 ziehbar.

Das Silberloth Nr. 46, das eigentlich nur zum Löthen von Silber dient, ist nun entbehrlich geworden, da es nicht leichter fliesst als Nr. 45, und seine Verwendung des hohen Silbergehaltes wegen keinesfalls als ökonomisch für mechanische Werkstätten bezeichnet werden kann.

Durch die mitgetheilten Untersuchungen sind nun Hartlothe für Messing gefunden, die geeignet erscheinen, den Unsicherheiten in der Hartlöthtechnik ein Ende zu bereiten. Ihre Herstellung in stets gleichbleibender Zusammensetzung bietet nach dem angegebenen Verfahren keine Schwierigkeit. — Eine durchgreifende Besserung der erwähnten Missstände in mechanischen und verwandten Betrieben kann jedoch nicht früher erwartet werden, als bis die Werkstätten sich dazu entschliessen, die Hartlothe für Messing lieber selbst herzustellen, als dieselben von Fabrikanten zu beziehen, deren Zuverlässigkeit nicht genügend bekannt ist.

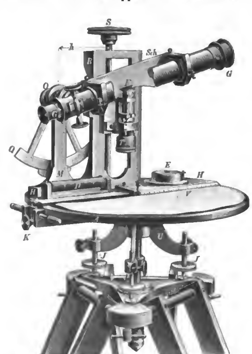
Der Hager'sche Tacheograph.

Von
Prof. C. Hammer in Stuttgart.

Als Ergänzung meiner ersten Notiz über den neuen Distanzmesser der Herren v. Ziegler und Hager in Luxemburg (*vgl. diese Zeitschrift 1894, S. 103*) möchte ich nun hier über die Ergebnisse einiger Versuche mit einem der ersten Exemplare des Instruments berichten.

Eine in alle Einzelheiten eingehende Beschreibung des Instruments ist kaum erforderlich; es sollen auch hier, unter Verweisung auf jene Notiz über die Broschüre der Urheber des neuen Instruments, nicht nochmals die Ansichten vom Werth der Tachygraphie im Vergleich mit der Tachymetrie erörtert werden, um so mehr, als es ja keinen Anstand hätte, das Instrument in derselben Art, wie es Wagner bei seinem Tachygraphometer gethan hat, mit einem Unterbau auszurüsten, der seine alternative Verwendung als Tachygraph oder Tachymeter-theodolit zulassen würde. Es mag vielmehr genügen, an der Hand der nebenstehenden Figur an das Prinzip des Instruments zu erinnern:

Ein auf dem Albidadenlineal des Instruments befestigter vertikaler Träger OM nimmt oben die Kippaxe O des Fernrohrs GG auf; die Axe befindet sich also in konstantem horizontalen Abstand h von der durch die vertikale Schraubenspindel S gebildeten Axe des auf der Alhidade befestigten Rahmens R. Das Fernrohr G liegt ferner in zwei Ringen, die an einer um O sich drehenden, zu G parallelen Schiene Sch befestigt sind. Diese Schiene ruht mittels eines der Fernrohrzielaxe entsprechenden Plättchens F auf der senkrecht zur Zielaxe stehenden Schneide C am oberen Ende der gegen R verschiebbaren Schraube CT. Mittels der Schraube S lässt sich, ohne dass an der Trommel T der Schraube CT etwas verändert würde, die Neigung des Fernrohrs beliebig verändern; und die Trommel T dient dazu, unabhängig von dieser Bewegung, den Punkt C, auf dem F ruht, um ein konstantes lineares Stück senken zu können: man hat dazu nur nach einander



zwei feste Marken an der Trommel, etwa mit 0 und 1 bezeichnet, auf den Indexstrich einzustellen. Wenn man diese konstante Senkungsstrecke in CT, sie betrage

etwa c, in ein rundes Verhältniss zu h setzt, z. B. $c:h = 1:100$, so bietet diese ganze Vorrichtung offenbar die theoretisch sehr bequeme Möglichkeit, an einer vertikal aufzustellenden „Distanzlatte" die horizontale Entfernung zwischen dem Instrumentenstandpunkt und dem Lattenstandpunkt unmittelbar abzulesen, ganz unabhängig von dem Höhenwinkel der Linie zwischen beiden, so dass hierbei der am Instrument vorhandene Höhenbogen gar nicht in Wirksamkeit tritt. Es sei N der Punkt, in dem die Latte L vertikal aufgestellt ist und um dessen Horizontaldistanz es sich handelt; nachdem die Marke 0 an der Trommel T auf den Indexstrich eingestellt ist, wird das ganze Fernrohr (nebst CT) durch die Schraube S so gehoben, dass die Zielaxe nach dem, am obern Ende der Latte befindlichen, Nullpunkt der Lattentheilung gerichtet ist; sodann wird durch die Trommel T der Punkt C und damit das Fernrohr so lange gesenkt, bis an der Trommel die Marke 1 mit dem Indexstrich koinzidirt. Die jetzt an der Latte L gemachte Ablesung giebt, wenn $c:h = 1:100$, mit 100 multiplizirt, unmittelbar die gesuchte Horizontaldistanz, vom Punkt 0 aus gerechnet, an.

Es braucht kaum gesagt zu werden, dass man an der Trommel mehrere Marken für verschiedene Konstanten oder für verschiedene Lattentheilungen anbringen kann. An dem von mir untersuchten Instrument waren 4 Marken, bezeichnet mit 1, 2, 4, 5, den Konstanten 100, 50, 25 und 20 entsprechend. Was sonst in der obigen Figur sichtbar wird und bezeichnet ist: Unterbau H mit den Stellschrauben J; der kleine runde Messtisch A aus leichtem Material, dessen Rand zweckmässig eine Gradtheilung erhalten könnte, wenn der Theodolit-Horizontalkreis (s. oben) erspart werden und das Instrument doch als Tachymeter-Theodolit und als Messtisch-Tachymeter zugleich dienen soll; das um den Messtischmittelpunkt sich drehende Alhidadenlineal HH, das die Basis für MO und R bildet, dessen unter dem Objektivtheil des Fernrohrs liegende und durch den Mittelpunkt gehende Kante V eine Längentheilung in dem Maassstab trägt, in dem die Aufnahme zu Papier gebracht werden soll, und das endlich auf der einen Seite die zur Horizontirung des Instruments erforderliche Libelle D und auf der andern eine Bussole E trägt; der Höhenbogen Q endlich: all' das ist unwesentlich oder selbstverständlich. Erwähnt mag noch sein, dass an V die konstante Strecke zwischen dem Punkt O, von dem aus die abgelesenen horizontalen Entfernungen gelten, und dem Drehungspunkt der Alhidade sich durch entsprechende Verschiebung des Theilungs-Nullpunkts berücksichtigen lässt. Uebrigens ist ja für viele tachymetrische Zwecke diese Strecke von 0,1 m ganz gleichgiltig.

Zwei Uebelstände der Einrichtung mögen gleich hier erwähnt sein. Der erste, schon in der früheren Mittheilung S. 104 angedeutet, besteht darin, dass der Nullpunkt der Lattentheilung, auf den mit der Schraube S die erste Einstellung des Fernrohrs zu machen ist, sich am oberen Ende der Latte befindet; das ist auch bei einer gut verstrebt aufgestellten Latte, wie der Hager'schen, misslich. Doch hätte es wohl keinen Anstand, die Sache wie gewöhnlich, d. h. den Nullpunkt in der Nähe des unteren Endes der Latte anzuordnen, indem man die Schraube S und die Mikrometerschraube CT in anderem Sinne angreifen lässt.

Der zweite Uebelstand ist aber von der Anwendung der Schraube S selbst unzertrennlich und überall vorhanden, wo zum Fernrohrkippen und zur Einstellung nur eine Schraube da ist statt roher Freihandkippung und nach Aufhebung dieser groben Bewegung Feinstellung durch eine Mikrometerschraube: bei bedeu-

tenden und rasch wechselnden Höhenunterschieden sind die Höhenwinkel, die das Fernrohr vor seiner ersten Einstellung auf den Lattennullpunkt zurückzulegen hat, beträchtlich; giebt man nun der Schraube *S* grosse Ganghöhe, so dass wenige Umdrehungen auch für grössere Höhenwinkel genügen, so ist bei nicht ganz geringen Entfernungen der Latte die genügend feine Einstellung auf den Lattennullpunkt mühsam und zeitraubend; macht man aber die Schraube fein, so hält das lange Schrauben ebenso sehr auf; in jedem Fall ist die reine Schraubenbewegung für das Kippen im Nachtheil gegen die oben angedeutete gewöhnliche Anordnung beim Vorhandensein von Höhenkreisen.

Herr Hager hat mir nun eines seiner Instrumente zu Ende des vorigen Jahres in dankenswerthester Weise zur Erprobung ohne alle Verbindlichkeit des Kaufs überlassen, wobei er „für einen durchschnittlichen minimalen Genauigkeitsgrad von $^1/_{1000}$“ jede Garantie übernahm. Mit diesem Instrument, an dem die grossen Theile, *OM*, *R* u. s. w., aus Aluminium hergestellt sind und das sich in Folge dessen durch sein geringes Gewicht auszeichnet (und das, nebenbei bemerkt, ein ganz vortrefflich konstruirtes, bei aller Stabilität ebenfalls leichtes Stativ besitzt,) habe ich nun in den letzten Tagen des letzten und den ersten Tagen dieses Jahres über 100 Entfernungsmessungen zum Theil selbst ausgeführt, zum Theil ausführen lassen, unter sorgfältiger Lattennachmessung jeder einzelnen Strecke. Die Versuchsstrecken waren zwischen 20 und 170 *m* lang (und die Höhenwinkel zwischen Instrumentenstandpunkt und Lattenpunkt lagen zwischen 0° und + 12° und 0° und − 10°). In der Regel ist bei jedem Punkt die gesuchte horizontale Entfernung durch Einstellung auf alle vier Marken (1, 2, 4, 5) der Trommel abgelesen, dabei aber die erste Einstellung des Fernrohrs auf den Lattennullpunkt nur einmal zu Beginn gemacht worden; es ist ferner nur die eine Theilung der Hager'schen Latte, die gewöhnliche *cm*-Theilung verwendet worden. Der Anfang meiner Notizen ist dieser:

Standpunkt I. (Neigungswinkel der Strecken auf dem Boden etwa 2°).

Punkt	Eingestellte Marke	Ablesung an der Latte	Hieraus Entfernung in *m*	Entfernung mit 5 *m*-Latten gemessen, verbessert	*v* in *cm*	*v* in % der Entfernung
1.	1	0,298	29,80	29,73	− 7	−0,24
	2	0,597	29,85		−12	−0,40
	4	1,189	29,73		0	∓0,00
	5	1,487	29,74		− 1	−0,03
2.	1	0,520	52,00	52,04	+ 4	+0,08
	2	1,041	52,05		− 1	−0,02
	4	2,076	51,90		+14	+0,27
	5	2,593	51,86		+18	+0,35

u. s. w., u. s. w.

Da es nicht möglich ist, hier die Messungen mit allen Zahlen anzuschreiben, so mögen vor Angabe des zusammenfassenden Gesammtresultats nur noch folgende Einzelheiten erwähnt sein: Vollständige Vorzeichenfolgen bei Einstellung der vier Marken (und nur einmaliger Anfangseinstellung des Nullpunktes), die auf nicht genügende Erhaltung der anfänglichen Nullpunktseinstellung während des folgen-

den Schraubens (wiederholten Anfassens der Trommel T) deuten können, sind unter 56 vollständigen Versuchen 25 mal vorhanden. — Nach meiner ersten Mittheilung an Herrn Hager, die Genauigkeit von $^1/_{1000}$ sei nicht ganz erreicht worden, erfuhr ich von ihm, dass er sich bei Herstellung meines Instruments habe sehr übereilen müssen und dass wahrscheinlich die Strichmarken auf der Trommel verbesserungsbedürftig seien; nach Rücksendung des Instruments ergab sich dann laut weiterer Mittheilung auch, dass als genügend scharf richtig nur der Strich 1 der Trommel anzusehen sei, während insbesondere die Marke 2 nicht ganz richtig gezogen war; dies wird durch meine Versuche bestätigt, die bei Benutzung von 2 unverbessert den grössten Fehler gaben. Uebrigens ist natürlich mit einer ganz beliebigen Marke auf der Trommel das Instrument benutzbar, ganz ebenso wie beim Fadendistanzmesser die „Distanzfäden" in beliebiger Entfernung vom Mittelfaden eingezogen werden können; man hat nur die für diese Marke giltige „Konstante" $C = h/c$ des Instruments, die dann eben nicht die gewünschte runde Zahl ist, zu bestimmen. Ich habe so die zum Theil regelmässigen Abweichungen, die sich bei Anwendung der Marken 2, 4, 5, insbesondere bei 2, ergaben, durch Benutzung der wirklichen, den vorhandenen Strichen entsprechenden Konstanten statt der angegebenen (50, 25, 20; bei 1 war, wie angedeutet, die Konstante genügend $= 100$) in zufällige verwandelt. — An sich ist ferner zunächst anzunehmen, dass die Marke mit der kleinsten Konstanten, also hier 5 mit $C = 20$, wesentlich genauere Ergebnisse liefere als die Marke 1 mit der grössten Konstanten $C = 100$, entsprechend dem grössten Weg c bei der ersteren, während die Einstellungsgenauigkeit der Marke auf den Index und die Ablesungsgenauigkeit an der Latte in beiden Fällen dieselbe ist. Verschiedene Umstände bewirken aber, auch bei nicht freihändig gehaltener Latte, dass das Verhältniss der Genauigkeiten in beiden Fällen nicht dem theoretisch zu erwartenden entspricht; und für die unten folgenden Zahlen habe ich nochmals daran zu erinnern, dass mit Hilfe von 5 immer zuletzt abgelesen worden ist und ohne dass zuerst mit Hilfe von S wieder auf den Nullpunkt eingestellt worden wäre; es ist das sehr zu beachten, die Genauigkeiten für Marke 5 wären bei vorheriger Wiedereinstellung auf den Lattennullpunkt jedenfalls beträchtlich grösser ausgefallen.

Unter den oben angegebenen Umständen — Entfernungen zwischen 20 und 170 *m*, Höhenwinkel bis zu $+12°$ und $-10°$, im Durchschnitt aber nur $\pm 3°$, ergab die Marke 1 ($C = 100$) im Mittel aus etwa 100 Messungen:

unregelmässiger Fehler $= \pm$ **0,28** % oder $\approx$ 1/**360** der Entfernung;

die Marke 5 ($C = 20$) ergab nach Befreiung der Resultate von ihrem regelmässigen Fehler (d. h. nach Einführung der wirklichen Konstanten statt 20, s. oben) aber ohne neue Nullpunkteinstellung:

unregelmässiger Fehler $= \pm$ **0,22** % oder $\approx$ 1/**450** der Entfernung.

Dabei wurde die Latte freihändig, nur in einzelnen Fällen mit einem Streben-Stab gehalten. Es darf ferner nicht verschwiegen werden, dass etwa $^5/_6$ aller Messungen von zwei ziemlich ungeübten Beobachtern angestellt wurden; nach meinen eigenen Versuchen allein — bei denen allerdings die Höhenwinkel nicht über $+3°$ und $-3°$ hinausgingen — ermässigen sich die Zahlen

bei Marke 1 auf $\pm$ 0,18 % oder 1/550 der Entfernung,

bei Marke 5 auf $\pm$ 0,13 % oder 1/770 der Entfernung,

ebenfalls bei freihändiger Lattenhaltung.

Ich habe aus meinen Messungen die Ueberzeugung gewonnen, dass man,



wenn man die Latte mit einer Strebe oder mit den beiden Hager'schen Beinen versieht und die Arbeit sorgfältig einrichtet, ferner etwa die Marke 2 ($C = 50$) verwendet wird, sich einer mittlern Genauigkeit von $^1/_{1000}$ der Entfernung auch für raschere Feldarbeit ziemlich nähern kann.

Einige Fehlerquellen habe ich schon oben gestreift. Die wichtigste ist jedenfalls die Anwendnng zweier verschiedenen Schrauben nach einander mit unter Umständen nicht ganz geringer Zwischenzeit und ohne die Möglichkeit, die erste Einstellnng bei der zweiten Ablesung rasch nachsehen zu können: hier hat eben der Fadendistanzmesser den unschätzbaren Vortheil, dass man, auch bei freihändig gehaltener Latte, bei Einstellung des untern Fadens auf eine rnnde Lattenzahl, die Ablesung am obern nnd untern Faden so gnt wie gleichzeitig machen kann; und Lattenstreben, wenn sie anch noch so einfach sind, z. B. nur aus dem Wagner'schen Fluchtstab bestehen und nicht aus besondern Lattenbeinen, mit denen, wie Andere, auch Hager seine, im übrigen ausgezeichnet konstruirte Latte versieht, halten beim Feldgebrauch für die meisten Zwecke der Tachymetrie etwas zn sehr anf; für einzelne Zwecke, z. B. tachymetrische Polygonseitenmessung sind sie allerdings ohne weiteres zn empfehlen. — Nicht ganz unbedenklich scheint mir bei einem Instrument, bei dem starke Erhitzung vielfach nicht zn vermeiden ist, die Nebeneinanderanwendung zweier Metalle von so verschiedenen Ausdehnungskoeffizienten wie Alnminium nnd Stahl in den Theilen, von deren Längenverhältniss alles abhängt; eine Ansführung des ganzen Instruments (vom Fernrohr und ähnlichen Theilen abgesehen) in Stahl scheint mir bei richtiger Formgebnng aller Theile ohne beträchtliche Gewichtsvermehrung möglich. Eine weitere Fehlerqnelle bei meinem Instrument war endlich ohne Zweifel die Art der Führung des Schlittens, welche die nöthige Konstanz von h nicht erwarten lässt. Herr Hager will auf die beiden zuletzt angegebenen Dinge in Zukunft Rücksicht nehmen, insbesondere soll an den nenen Instrumenten nicht mehr die Mntter der grossen Spindel S als Führung dienen; die beiden Dinge sollen vielmehr ganz unabhängig von einander gemacht werden. Dass sich aber auch mit diesen Verbesserungen eine Genauigkeit von im Mittel $^1/_{5000}$, wie Hager angiebt, oder auch nnr $^1/_{2000}$ der Entfernung erreichen lässt, glaube ich nicht, soweit es sich um wirklichen Feldgebrauch des Instruments handelt. Es werden bei solchen Zahlen nur zu oft zwei ganz verschiedene Genauigkeitsgrade vermengt, der, welcher sich auf geschützter (gedeckter) Bahn bei Anwendung aller Vorsichtsmaassregeln erreichen lässt, und der, welcher bei flüchtigerer Feldarbeit, in Wind und Sonnenschein, auf weichem Boden n. s. w., knrz unter den bei der wirklichen Praxis gebotenen Umständen, angestrebt werden kann und erreicht wird.

Ohne, wie schon im Eingang bemerkt, auf Tachygraphie gegen Zahlen-Tachymetrie hier weiter eingehen zu wollen, mag noch erwähnt sein, dass der kleine und sehr leichte runde Messtisch recht zweckmässig konstruirt ist und bei dem genau zentrisch sich drehenden Alhidadenlineal bedeutende Genauigkeit zulässt, wie die Aufnahme mehrerer Polygone durch den Tachygraphen und ihre Planimeterbestimmung im Vergleich mit der Krenzscheibenaufnahme und unmittelbarer Berechnnng dieser Figuren gezeigt hat. (Abweichnng beider Resultate beim Anftragen in 1 : 1000 nicht sehr wesentlich grösser, als nach den obigen Angaben über die Längenmessung allein zu erwarten ist).

Misslich ist, dass man mit dem Tacheographen in seiner jetzigen Gestalt (wie übrigens mit all' den vielen „antomatischen“ Distanzmessern von Porro an,

so wie sie bis jetzt ausgeführt sind) nur die horizontalen Entfernungen zwischen Instrumentenstandpunkt und Lattenpunkten messen kann, nicht auch zugleich die Höhenunterschiede. Wenn man diese braucht, so bleibt nichts übrig, als sie aus den an der Latte unmittelbar abzulesenden Horizontaldistanzen e und den am Höhenbogen abzulesenden Höhenwinkeln α nach

$$\text{Höhenunterschied} = e \cdot tg\,\alpha$$

mit Hilfe einer Tabelle oder eines Diagramms oder eines besondern Rechenschiebers zu bilden. Uebrigens lässt sich auch leicht noch eine Einrichtung am Instrument dafür treffen, worüber nach Abschluss meiner Versuche später berichtet werden möge.

Wenn ich mein — in diesem Falle freilich naturgemäss ziemlich subjektives — Urtheil über das Instrument kurz zusammenfassen soll, so geht es dahin, dass ich keinen Grund zu haben glaube, den gewöhnlichen Tachymeter-Theodolit zu Gunsten des erstern zu verlassen. Es ist aber zweifellos eine sehr interessante Distanzmesser-Konstruktion, der es auch bald an Anhängern nicht fehlen wird. Ob die von den Erfindern behauptete quantitative und qualitative Leistungsfähigkeit des Instruments in Fällen, in denen es sich nur um Horizontaldistanzen handelt — bei Aufnahme von Lagenplänen also — oder in dem selbst auch die Höhen der aufgenommenen Punkte mitbestimmt werden sollen, erreichbar ist, wird bald auch der französische *„Concours“* zeigen, auf dem die Leistungen der verschiedenen (tachymetrischen) Aufnahmemethoden nach Polarkoordinaten durch Probemessungen auf Flächen von je mindestens 100 *ha* festgestellt werden sollen und zu dem, wie ich höre, auch das Hager'sche Instrument zugelassen worden ist (vgl. darüber das Programm im *„Journal des Géomètres“, 46. Jahrg., 1893. Okt. 10, S. 253* bis *259*). Auf die Ergebnisse dieser französischen Probemessungen darf man aus vielen Gründen gespannt sein und ich will nicht verfehlen, s. Z. hier kurz darüber zu berichten.[1])

Die Nivellirinstrumente des mathematisch-mechanischen Instituts von F. W. Breithaupt & Sohn in Kassel.

Von
Wilhelm Breithaupt in Kassel.

Die im Monat April dieses Jahres erfolgte Fertigstellung unseres 3000. Nivellirinstrumentes ist der Anlass zu dem folgenden Rückblicke auf die Entwicklung der Konstruktionen der seit über 100 Jahren aus unserm Institute hervorgegangenen Nivellirinstrumente.

Schon im Preisverzeichniss von J. C. Breithaupt, welches in Baldinger's *Magazin 1795* abgedruckt ist, finden sich Nivellirinstrumente mit Fernrohren aufgeführt. H. C. W. Breithaupt, der Sohn des Vorstehenden, veröffentlichte 1797 die Beschreibung eines neuen Merkurialniveaus mit Fernrohr, wie auch in dem 1800 gedruckten *Verzeichniss neu erfundener und verbesserter mathematischer Instrumente* von demselben Verfasser ein Nivellirinstrument mit Fernrohr und Stativ aufgeführt ist, das sich auch in den in den Jahren 1803 und 1804 gedruckten Verzeichnissen

---

[1]) Ich möchte schon hier Herrn Ingenieur Coutureau in St. Cloud, der mich in dieser Angelegenheit auf dem Laufenden hält, meinen Dank für seine Mittheilungen aussprechen.

wiederfindet. Im Jahre 1810 verbesserte F. W. Breithaupt, Bruder des Vorigen, das Hogrewo'sche Nivellirinstrument (vgl. Romberg's *Zeitschrift für praktische Baukunst 1844*), indem er dem Fernrohr eine Horizontalaxe mit sicherer Bewegung zwischen Spitzen gab und eine Querlibelle hinzufügte. Ein solches Instrument findet sich in der Sammlung mathematischer Instrumente im Königlichen Museum zu Kassel.

Einige Jahre später konstruirte F. W. Breithaupt das Nivellirinstrument mit Bogen (Fig. 1), welches namentlich zum trigonometrischen Nivelliren bestimmt, in seiner heutigen Form S. 48 unseres Preisverzeichnisses abgebildet ist. Dies Nivellirinstrument dürfte wohl das erste sein, welches mit Dosenlibelle *G* zum Senkrechtstellen der Vertikalaxe versehen war. Der Träger *C* war bei der ersten Ausführung von Holz ausgeführt; ein solches Instrument findet sich gleichfalls im Königlichen Museum zu Kassel.

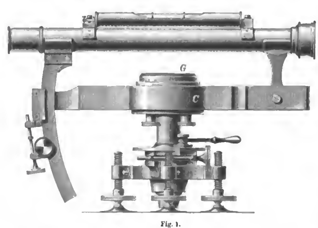
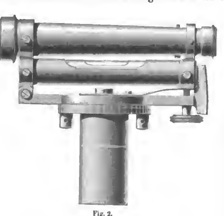


Fig. 1.

Hierauf folgte das Taschenniveau (Fig. 2) mit Elevationsschraube und Horizontalkreis, die heutige Form findet sich S. 46 unseres Preisverzeichnisses.


Fig. 2.

1834 konstruirte Georg Breithaupt, Sohn des Vorigen, als Ersatz für die Kanalwaage das sogenannte kleine Nivellirinstrument, welches bei den Eisenbahnvorarbeiten in Norddeutschland sehr rasch Aufnahme fand. Zu den Stromnivellements der Werra 1839 und der Weser 1842 wurde ein von ihm konstruirtes grosses Nivellirinstrument mit umsetzbarer Libelle von sechs Sekunden Angabe benutzt, mit vorzüglichen Ergebnissen, die in Romberg's *Zeitschrift für Baukunst 1844* veröffentlicht sind. Von diesen Nivellirinstrumenten besitzt die Königliche Regierung zu Kassel noch einige Exemplare, die über 50 Jahre alt, nach erfolgter Reparatur, bei der jetzigen Fuldaregulirung wieder in Gebrauch genommen wurden, was wohl ein Beweis für solide Ausführung und Haltbarkeit ist.

In dem III. Heft seines *Magazin's der neuesten mathematischen Instrumente*, welches

1846 erschien, beschreibt F. W. Breithaupt zwei Nivellirinstrumente, welche er 1843 zu den damaligen Eisenbahnbauten konstruirt hatte. Von diesen ist das Nivellirinstrument Fig. 3 so eingerichtet, dass man mit demselben bei konstanter Instrumentenhöhe nivelliren konnte. Der Stab *H* verschob sich im Stativkopf; es konnten also die Stativbeine mehr oder weniger auseinandergesetzt werden, ohne die einmal bestimmte Höhe der Visirlinie zu ändern. In diesem Heft findet sich auch die Nivellirlatte zum Selbstablesen als eine solche dargestellt, die den meisten Vorzug bei den Ingenieuren verdiene. Nivellirlatten wurden in den verschiedensten Formen und mit den verschiedensten Eintheilungen ausgeführt, immer wieder hat es sich in der Praxis gezeigt, dass zu technischen Nivellements das einfachste Lattenbild, Theilung in Zentimetern (vgl. Figur S. 57 des Preisverzeichnisses), das beste ist, und das Auge am wenigsten ermüdet, das Schätzen auch rascher geht als das Ablesen zu feiner Eintheilung. Es wurden hergestellt: Durchbrochene Latten, die dem Winde wenig Widerstand bieten, Scharnierlatten, Reiselatten, ausziehbare Latten, ja selbst Nivellirlatten aus gekröpftem Eisenblech, letztere allerdings mit schlechtem Erfolg, da sie im Winde zerbrachen. Zum Senkrechtstellen der Nivellirlatten wurden stets Dosenlibellen angewendet.

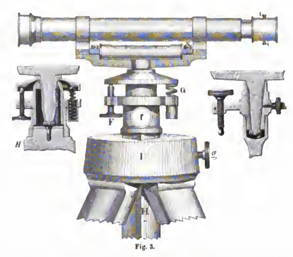


Fig. 3.

Das erste Nivellirinstrument, welches statt der vergänglichen Zylinder eine Auflagerung des Fernrohrs und der Libelle ähnlich unserm heutigen Präzisions-Nivellirinstrument hat (siehe Figur S. 43 unseres Verzeichnisses), ist in den vierziger Jahren von F. W. Breithaupt konstruirt; dasselbe findet sich beschrieben und abgebildet in Dingler's *Journal*, *116. Bd.*, *Jahrg. 1850*, ferner in Schneitler's *Messkunst 1852* und in der 1. Auflage von Bauernfeind's *Vermessungskunde 1856.* Unsere Firma stellte ein solches Instrument und zwar mit der Auflagerung des Fernrohrs auf einer Stahlschneide und einem Schraubenkopf im Jahre 1851 in London aus; es ist ausführlich beschrieben im „*Report by the Juries S. 254*“.

Eines mit verschiedenen Verbesserungen versehenen Instrumentes der vorgedachten Art, bei welchem der obere Theil in einer Steckhülse des dauernd auf dem Stativ verbleibenden, auf Professor Seibt's Veranlassung mit einer Dosenlibelle versehenen Dreifusses eingesetzt wird, bei dem ferner die etwa 5″ Libelle mit einem schützenden Glaszylinder versehen, der Triebknopf des Okulares seitlich angeordnet, das Okular mit Distanzmesser auf Glas versehen ist, hat sich Professor Seibt bei Ausführung seiner umfangreichen nahezu 1000 Meilen ausmachenden Gradmessungs- und Strom-Präzisionsnivellements ausschliesslich unter

Verwendung der von ihm konstruirten nnd seit dem Jahre 1875 von uns allein angefertigten Reversionsnivellirlatte mit Dosenlibelle bedient.

In Fig. 4 ist das sogenannte Gordian'sche Nivellirinstrnment dargestellt, welches Georg Breithaupt im Jahre 1847 nach einer Idee des Ingenieur Gordian konstruirte. Diese Konstruktion in ihrer ersten Ausführung findet sich in der Sammlung der Königlich technichen Hochschule zn Hannover (vgl. Hunäus, *Die geometrischen Instrumente, S. 458, Fig. 182*). Das Fernrohr bewegt sich mit den Nonien zwischen zwei miteinander und dem Träger fest verbundenen Skalen; die eine Skale ist von dem in der horizontalen Visirlinie liegenden Nullpunkt nach beiden Seiten hin eingetheilt, und es entsprechen die Ablesungen an dieser Skale den Tangenten der von der Visirlinie des Fernrohrs beschriebenen Höhenwinkel; die andere Skale trägt die am meisten vorkommenden Neigungsverhältnisse, weshalb das Instrument auch zum Abstecken eines vorgeschriebenen Gefälles zu gebranchen ist. Zur feinen Einstellung der Fernrohrbewegung dient eine kurze Mikrometerschraube oberhalb der Skalen. Zum vorläufigen Horizontiren wird eine Dosenlibelle, zum Einstellen der Visirlinie in den Horizont eine Zylinderlibelle gebraucht.

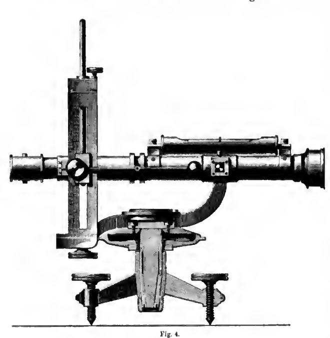


Fig. 4.

In derselben Zeit konstruirte F. W. Breithaupt als Reiseinstrnment für den kontrolirenden Banbeamten das sogenannte Kompensationsniveau. Dieses Instrument sollte in erster Linie die Möglichkeit bieten, ohne vorherige Berichtignng rasch ein richtiges Nivellement zu machen; das Kompensationsniveau ist mit Tangentenschraube versehen, gestattet deshalb die Absteckung und Anfnahme von Neignngen nach Prozenten, die Messung von Distanzen und auch die Bestimmung der Höhen solcher Punkte, die über oder unter der horizontalen Visur liegen (vgl. Prof. Vogler, *Die Tangentenkippschraube, Zeitschrift für Vermessungswesen, 1891, Heft 6*, und Prof. Vogler's *Abbildungen geodätischer Instrumente, Berlin 1892, Kap. X*; Dingler's *Journal, Bd. 154, 1859;* Hunäus, *Geom. Instrumente S. 435*; Hartner, *Geodäsie, 5. Aufl., 1876, S. 664;* Prof. Lorber, *„Das Nivelliren", 1894, S. 228*).

Die Abbildung dieses Instrumentes in seiner heutigen Form findet sich in unserm Preisverzeichniss S. 49.

Das Universalinstrument, Fig. 5, ist zu genauen geometrischen und trigonometrischen Nivellements, sowie zu Horizontaltriangulirungen bestimmt; es wurde etwa Anfang der fünfziger Jahre konstruirt von F. W. Breithaupt (vgl. Bauernfeind's *Vermessungskunde, 1. Aufl., S. 401*; Bohn's *Landmessung, S. 223;* Schneitler's *Messkunst, S. 286*). Der Schraubenkopf der Kippschraube des Fernrohrs ist mit Trommeleintheilung und Skale versehen, das Fernrohr mit Distanzmesser. Ein solches Universalinstrument wurde von Trigonometer Regelmann zur trigonometrischen Höhenaufnahme in Württemberg von 1863 bis 1878 benutzt (vgl. Jordan, *Deutsches Vermessungswesen, Bd. 1, S. 261*).

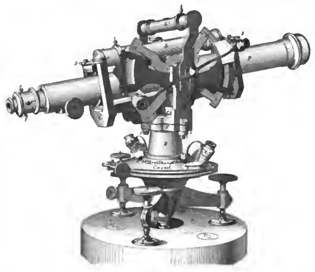


Fig. 5.

Dann wurde das Ertel'sche Nivellirinstrument einer Umänderung unterworfen, namentlich dem Träger eine steifere Form gegeben, eine Reiterlibelle hinzugefügt und nach Erscheinen von Dr. Decher's *„Neues Nivellirinstrument“* die Kippschraube des Fernrohrs in eine Tangentenschraube mit Trommel und Skale verwandelt. Die Abbildung dieses Instrumentes findet sich S. 53 unseres Preisverzeichnisses.

Als Anfang der achtziger Jahre die Herstellung der Reversionslibellen, die Amsler zuerst angewendet (vgl. Dingler's *Journal, 1859, S. 401*), vollkommener gelang, wurden auch Nivellirinstrumente mit solchen Libellen ausgeführt (vgl. Abbildung S. 51 unseres Preisverzeichnisses).

Nach Prof. Vogler's Programm wurde 1881 ein kleines Nivellirinstrument mit Kippschraube und Distanzmesser für Schnell- und Flächennivellements ausgeführt, 1886 das tachymetrische Nivellirinstrument mit Horizontalkreis, Boussole, Kippschraube und Distanzmesser (vgl. *Zeitschrift für Vermessungswesen, 1886, S. 473;* Vogler's *Geodätische Uebungen, 1890, S. 160*, und Vogler's *Abbildungen geodätischer Instrumente, S. 63*, und S. 47 unseres Preisverzeichnisses). Das Nivellirinstrument mit Tangentenschraube verdankt seine Aufnahme in unser Verzeichniss den Bestrebungen Prof. Vogler's, diese Art Instrumente zu technischen Nivellements mehr und mehr einzuführen.

Die häufigen Reparaturen der hölzernen Stativköpfe, die durch Witterung

und Unfälle viel zu leiden haben, veranlassten uns im Jahre 1885, Stative mit Köpfen aus schmiedbarem Gusseisen mit rahmenartigen Beinen von Eschenholz einzuführen, die den Stativen eine grössere Haltbarkeit und Festigkeit geben, das Gewicht derselben aber vermindern.

Das in *dieser Zeitschrift 1894, S. 45* und im *Centralblatt der Bauverwaltung 1893, No. 48 A* beschriebene und abgebildete Feinnivellirinstrument, System Seibt-Breithaupt, ging im vorigen Jahre aus unserm Institute hervor und wurde in seinem ersten Exemplar vom Bureau für die Hauptnivellements und Wasserstandsbeobachtungen im Ministerium der öffentlichen Arbeiten mit dem besten Erfolge in Gebrauch genommen. Dasselbe ist im innigsten Zusammenwirken mit Prof. Dr. Seibt und mit Rücksicht auf dessen sich immer mehr verbreitende, ausgezeichnete Methode bei Ausführung von Präzisionsnivellements, über welche sich No. 18A des Jahrgangs 1893 des vorhin genannten Blattes eine eingehende Beschreibung vorfindet, zur Erbauung gekommen.

Die einfachsten Nivellirinstrumente bilden den grössten Theil unserer 3000 Nivellirinstrumente, weil diese Art Instrumente am einfachsten in ihrer Behandlung ist, die Justirung am besten hält und eben durch die einfache Form und wenig verstellbaren Theile am wenigsten der Abnutzung unterworfen ist, auch gegen Temperatureinflüsse geringe Empfindlichkeit zeigt, da die Theile hinreichend stark gewählt sind. Solche einfachen Nivellirinstrumente, deren Libellen 10 Sekunden Angabe hatten (No. 138 des Preisverzeichnisses), sind zu dem Neunivellement der Bergisch-Märkischen Eisenbahn verwendet worden; der mittlere Fehler betrug etwa ± 2 *mm* pro Kilometer (vgl. *Zeitschrift für Vermessungswesen, 1884, S. 118;* Schröder, *Ursache und Zweck des Eisenbahnnivellements*). Ebenso fanden diese Instrumente mit Libellen von geringer Empfindlichkeit Anwendung bei Erdarbeiten, Strassenbauten und selbst bei Hausbauten.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Präzisionsmechanik und Feinoptik auf der Kolumbischen Weltausstellung in Chicago 1893.

Von **B. Pensky** und Prof. Dr. **A. Westphal.**

(Fortsetzung.)

Wir gelangen nun zu der sehr umfangreichen Ausstellung der amerikanischen Präzisionstechnik. Vor Allem erregten hier die grossen astronomischen Instrumente das allgemeine Interesse. Es ist bekannt, dass Amerika in der Herstellung grosser Refraktoren allen Ländern weit vorausgeeilt ist. Die Ursache dieser Erscheinung liegt in der Neigung des Amerikaners, mit grossen Verhältnissen zu verblüffen, ferner in dem freigebigen Sinn des wohlhabenden Amerikaners. Während bei uns die Sternwarten mit wenigen Ausnahmen Staatsinstitute mit sehr bescheidener Dotirung sind, werden in Amerika Observatorien oft durch den — und zwar nicht erst letzten — Willen eines Mannes ins Leben gerufen und mit fürstlicher Freigebigkeit ausgestattet. Reiche Privatleute haben den Ehrgeiz, Sternwarten zu erbauen, mit den grössten Fernrohren der Welt auszustatten und dadurch ihren Namen zu verewigen. So verdankt die mit dem grössten gegenwärtig im Gebrauche befindlichen Refraktor, einem 36-*Zöller*, ausgestattete kalifornische Sternwarte auf Mount Hamilton bei San Francisco, die sogenannte Lick-Sternwarte, ihre Entstehung einem reichen Privatmanne Namens Lick, und die Herstellung des, die *„great attraction“* der amerikanischen Ausstellung bildenden, noch weit grösseren

Refraktors, dessen freie Objektivöffnung 40 *Zoll* beträgt, ist nebst dem Bau des erforderlichen Observatoriums durch eine Schenkung von mehr als zwei Millionen Mark seitens eines Herrn Yerkes, des Unternehmers der meisten Strassenbahnen in Chicago, ermöglicht worden; nach ihm heisst dies nunmehr grösste Teleskop der Welt *Yerkes-Telescope.* Der Ehrgeiz der Amerikaner, der wissenschaftlichen Forschung in ihrem Geburtslande die mächtigsten Hilfsmittel der Welt zur Verfügung zu stellen, wird sicher bei dieser Leistung nicht stehen bleiben. Dieses grösste Teleskop ist ebenso wie das der Lick-Sternwarte von der Firma Warner & Swasey in Cleveland, Ohio, verfertigt. Die Objektive dazu sind von Alvan Clark, Cambridge, Mass., hergestellt. Des besonderen Interesses wegen, welches dies hervorragende Ausstellungsobjekt erregte, sei hier erwähnt, dass die Kosten der Montirung, das heisst der gesammten mechanischen Einrichtung 65000 Dollar (271000 M.), die des Objektives allein 60000 Dollar (250000 M.) betragen. Die optischen Einrichtungen des Okularendes des Teleskops, welche, der vornehmlichen Bestimmung desselben zu astro-physikalischen Untersuchungen entsprechend, besonders durchgebildet sind, wurden dem als Optiker rühmlichst bekannten John A. Brashear in Alleghany bei Pittsburg übertragen. (Für Deutschland ist es unmöglich, noch länger auf diesem Gebiete so erheblich hinter Amerika zurückzubleiben; der leidige Geldpunkt darf nicht der allein maassgebende bleiben.) Von der Firma Warner & Swasey waren neben dem 40-*Zöller* einige andere Refraktoren ausgestellt, unter denen einer von zwölf *Zoll* Oeffnung nach neueren amerikanischen Begriffen ein kleiner Refraktor war, für manche deutsche Sternwarte aber einen Gegenstand des Begehrens bildet. Neben diesem und einem 6-*Zöller* mit Uhrwerkbewegung fand sich noch ein mit Bewegung von Hand ausgestatteter 4-*Zöller* für Amateure, welcher durch seinen niedrigen Preis (150 Dollar) auffiel. Zu erwähnen ist hier noch ein Chronograph zur elektrischen Registrirung der Beobachtungen. —

Grössere astronomsiche Instrumente waren ferner von G. N. Saegmüller, Nachfolger von Fauth & Co., Washington, D. C. ausgestellt, unter denen ein neunzölliges Aequatoreal mit photographischem Korrektor, dessen Rohr zur Gewichtsverminderung aus Silberaluminium und hartem Stahlblech hergestellt war, ferner ein in den Haupttheilen ganz aus Stahl und Eisen hergestellter Meridiankreis von $4^1/_2$ *Zoll* Oeffnung, sowie ein Altazimuth mit zehnzölligen Kreisen und ein Universalinstrument für Breiten- und Zeitbestimmungen hervorgehoben werden mögen. Letzteres Instrument war sowohl für Visur als für photographische Messungen eingerichtet, eine Methode, welche den Vortheil bietet, dass die beiden feinen Libellen, welche die Korrektion der Breite ergeben, genau im Moment des Sterndurchganges und nicht wie bei der Visurmessung vor und nach demselben durch einen Beobachter abgelesen werden können; über die Nachtheile, welche mit dieser Methode verbunden sind, vgl. *diese Zeitschr. 1894 S. 173.* Das Instrument war auch mit der, auf Veranlassung des Preuss. Geodätischen Instituts von C. Bamberg angewendeten Umänderung der Friktionsrollenträger in einen Waagebalken versehen, durch welche der Fehler der Kollimation erheblich vermindert wird. — Ein grosser Chronograph beschliesst die Reihe der für den wissenschaftlichen Gebrauch von Observatorien bestimmten astronomischen Instrumente. Bemerkenswerth wieder für amerikanische Verhältnisse war ein aus zahlreichen Nachfragen von Studirenden und Liebhabern der Astronomie nach kompletten Ausrüstungen mit einfach konstruirten billigen Instrumenten hervorgegangener Instrumentensatz, bestehend aus einem vierzölligen Aequatoreal mit Uhrwerkbetrieb, zweizölligem Durchgangsinstrument, Uhr nach Sternzeit mit Stromunterbrechung und einem kleinen Chronographen im Gesammtpreise von 900 Dollar. — Bemerkenswerth ist, dass die tragbaren Instrumente, welche für astronomische Zwecke dienen, bei Saegmüller sowohl wie bei anderen hervorragenden amerikanischen Mechanikern, wie bei uns drei Fussschrauben besitzen, während sonst allgemein amerikanische (und englische) Vermessungsinstrumente mit vier Fussschrauben versehen sind, was theoretisch falsch ist, aber angeblich praktische Vorzüge haben soll. Eine sehr ingeniöse Einrichtung zur raschen Horizontirung von kleineren geodätischen Instrumenten zeigte gleichfalls Saeg-



müller; am Fusse des Instruments sind zwei Platten angeordnet, welche schief zueinander geschnitten, gegen einander verstellbar und verdrehbar sind, und durch deren Verdrehung zu einander die vorläufige Horizontirung schnell geschieht. Die besseren und grösseren Transits, deren sich der Ingenieur bedient, sind fast ausnahmslos mit dem Saegmüller'schen „*Solar attachement*" versehen, das zur sehr nahen Bestimmung des wahren Meridians durch direkte Sonnenbeobachtung dient, eine Einrichtung, welche für Amerika nothwendiger ist als für uns, wo die Orientirung überall mit Hilfe der zahlreichen Dreieckspunkte der Landesaufnahme geschehen kann. — Im Anschluss an die Saegmüller'sche Ausstellung sei einer nicht sehr umfangreichen, aber zum Theil recht gut ausgeführten Sammlung von Vermessungsinstrumenten für die Zwecke des Ingenieurs, Bergmannes und Landmessers Erwähnung gethan, welche die Firma Young & Sons in Philadelphia vorführte. Eine beachtenswerthe Ausstellung rührte von W. & L. E. Gurley in Troy her, welche Firma eine grosse Kollektion von Transits und Nivellirinstrumenten, neben leicht transportablen Instrumenten zu Orientirungszwecken vorgeführt hatte. Hier fanden wir fast alle von der Firma selbst hergestellten Ausführungen dieser Instrumente. Die Anwendung des Kompass bei geodätischen Instrumenten ist eine ungleich ausgedehntere als bei uns, da noch die meisten, besonders älteren Landansprüche (*Claims*) auf Orientirungen nach der Magnetnadel beruhen. Bemerkenswerth waren einige Instrumente, welche bis auf mit Reibung ineinander arbeitende Theile und die Theilflächen ganz aus Aluminium, indess wohl vorzugsweise als Schaustücke, hergestellt waren. Die Firma zeigte ferner eine Anzahl von Nivellirinstrumenten zum Freihand-Nivelliren, darunter ein bemerkenswerthes in Form eines Opernglases, bei welchem die Libelle im linken, die Nivellirlatte im rechten Gesichtsfelde erscheint. — Keuffel & Esser in New-York, eine Firma, deren eigene Fabrikation im letzten Jahrzehnt einen grossen Aufschwung genommen hat, führte gleichfalls Transits und Nivellirinstrumente nebst Zubehör vor, welche manche Besonderheiten in der Formgebung und einzelne der Erleichterung des Gebrauches zu gut kommende Detailkonstruktionen aufwiesen. In einer grossen zur Schau gestellten Kreistheilung waren alle Arten von Untereintheilungen und Noniengradnirungen verkörpert. Als Spezialität brachte die Firma Stahlmessbänder von einer bei uns bisher noch nie verwendeten Länge, nämlich bis zu 300 *Fuss*, nebst zweckentsprechend durchgebildetem Aufwicklungsrade. Als besonders bemerkenswerth ist ein Stahlband von 500 *Fuss* in einem Stück hervorzuheben. Ausgestellt war ferner ein Sortiment der von der Firma hergestellten Zeichenmaassstäbe. Die von der Firma vorgeführten Zeicheninstrumente, Reisszeuge u. s. w. waren vorzugsweise deutschen Ursprungs. — Führten uns die beiden letzterwähnten Firmen besonders Erzeugnisse der gebräuchlichsten Art vor, für die ein grosser Gebrauch und Verbrauch stattfindet und die daher fabrikmässig hergestellt werden, ohne dass in der Regel an ihre Leistungen die höchsten Genauigkeitsanforderungen zu stellen sind, so hatte die bekannte Bostoner Firma Buff & Berger mit ihren konstruktiv selbständig und schön durchgebildeten Instrumenten, welche durch ihre systematisch durchgeführte Modellirung thunlichste Leichtigkeit mit Solidität und Schönheit der Ausführung vereinigten, ihren vorzüglichen Ruf auch in dieser Ausstellung wieder bewährt. Es verdient besonders hervorgehoben zu werden, dass die allgemeine Konstruktion dieser Instrumente und viele durch diese Firma eingeführten Vervollständigungen für die amerikanischen Fabrikanten vorbildlich geworden, beziehungsweise von ihnen adoptirt sind; dabei möge besonders erwähnt werden, dass die Inhaber der Firma geborene Deutsche sind und in Deutschland ihre gründliche Fachausbildung gewonnen haben. Darauf ist die Sorgfalt in der Durchbildung mancher Einrichtungen, wie z. B. die zur Erleichterung der Ablesungen, zurückzuführen, welche dann später von amerikanischen Firmen mehr oder weniger vollständig nachgebildet wurden. Leider verhindert die Knappheit des hier zu Gebote stehenden Raumes auf die einzelnen Ausstellungsobjekte näher einzugehen. So erwähnen wir nur die Theodolite für Triangulation und für die Zwecke des Ingenieurs, der Gruben- und Feldmessinstrumente, der Nivellirinstrumente. Bei allen Konstruktionen ist

auf thunlichste Verminderung der einzelnen Konstruktionstheile und damit der verbindenden Organe, bei den vorzugsweise praktischen Zwecken dienenden Instrumenten auf Beschränkung der veränderlichen, zur Justirung dienenden Organe besonderer Werth gelegt. Hiermit hätten wir im Wesentlichen die von Selbstverfertigern ausgestellten astronomischen und geodätischen Instrumente erschöpft. (Fortsetzung folgt.)

Referate.

Kühler für Laboratorien.

Von Dr. J. Walter. *Journ. f. prakt. Chem. N. F.* ***49.*** *S. 44. (1894).*

Die vorgeschlagene Kühlvorrichtung ist für die mannichfaltigsten Zwecke verwendbar und hat den Vortheil, dass sie sich Jeder im Laboratorium selbst herstellen kann. Ein Kupferrohr von 3 *mm* äusserem und 2 *mm* innerem Durchmesser wird über einem Glasrohr von passender Dicke zu einer engen Spirale aufgewickelt und die beiden Enden so gebogen, dass Zu- und Abfluss in gleiche Höhe zu liegen kommen. Hängt man die Spirale an dem Ort, wo die Kondensation stattfinden soll, auf, indem man durch ihr Inneres einen Strom von Luft oder Wasser leitet, so verdichten sich auf ihrer äusseren Fläche die Dämpfe und tropfen nach unten ab. *Fm.*

Thermometer mit elektrischem Kontakt für Trockenkästen.

Von Barillé. *Compt. Rend.* ***118.*** *S. 246. (1894).*

In das Gefäss eines Quecksilberthermometers von passenden Dimensionen ist ein Platindraht eingeschmolzen, während ein zweiter Platindraht in die Kapillare hineinragt. Das untere Ende dieses Drahtes lässt sich auf beliebige Punkte der Thermometerskale einstellen; zu diesem Zweck ist das obere Ende mit einigen Windungen um einen festen, in das Thermometer eingeschmolzenen Platindraht gewunden, der zu einer Kontaktschraube führt. Um den beweglichen Draht von aussen her verschieben zu können, ist er an ein Stück Eisendraht gelöthet, dessen Stellung man mit Hilfe eines starken Magneten von aussen her beliebig verändern kann. Die Kapillare des Thermometers und der obere weitere Theil, in welchem sich der Eisendraht bewegen lässt, wird mit Orthotoluidin gefüllt. *W. J.*

Neue Laboratoriumsapparate.

Von André Bidet. Nach *Comptes Rendus* ***118.*** *478. (1894)* aus *Chem. Ztg. Repert.* ***18.*** *S. 81. (1894).*

Vorrichtung zur Regulirung von Flüssigkeiten. Um den Spiegel einer Flüssigkeit auf konstanter Höhe zu erhalten, lässt man einen Strahl derselben Flüssigkeit durch das in Fig. 1 dargestellte Rohr einfliessen. Die Flüssigkeit tritt durch A ein, füllt den Heber BC, und gelangt durch die Oeffnung O in das betreffende Bad. Steigt das Niveau über die untere Krümmung zwischen A und B, so wirkt der Heber in umgekehrter Richtung, und die durch A zuströmende Flüssigkeit fliesst durch den Schenkel S ab. Das Loch O_1 verhütet, dass das Rohr S seinerseits als Heber funktionirt.

Fig. 1.

Sicherheitsrohr. Die Konstruktion dieser Vorrichtung ergiebt sich, wenn man das Rohr eines Trichterrohres etwa in der Mitte sich durchschnitten denkt, die beiden Stücke ein Stück neben einander herlaufend und von einem gemeinsamen Glasmantel mit einer oberen Oeffnung umschlossen sich vorstellt. Es wird dadurch das Herausschleudern der zufliessenden Säuren wirksam verhütet.

Kühlapparat. Um eine Vergrösserung der Kühlfläche zu erreichen, wird vorgeschlagen, das Kühlwasser in dem weiten inneren Rohr zirkuliren zu lassen, so dass die Kondensation der Dämpfe in dem schmalen Zwischenraum zwischen den beiden Röhren stattfindet.

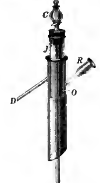


Fig. 2.

Apparat mit Wechselvorrichtung zum Kühlen. Um die abwechselnde Benutzung eines Rückfluss- und eines Abflusskühlers zu ermöglichen, ohne die Operation zu unterbrechen, setzt man auf den Hals des Kolbens das Rohr *J* (Fig. 2), welches die beiden Ansätze *R* und *D* für die Kühler trägt. Innerhalb des Aufsatzes ist möglichst eng der Wandung anliegend, aber drehbar, ein Rohr mit der Oeffnung *O* befestigt, welches so gedreht wird, dass den Dämpfen der Zutritt zu dem einen oder dem anderen Kühler freigegeben ist. Der Scheidetrichter *C* gestattet den Zufluss von Flüssigkeiten zum Reaktionsgemisch.

Dampfüberhitzer. Man leitet den Dampf durch eine kupferne Spirale, die von einem eisernen Gehäuse umgeben ist, und in deren Innerem ein zusammengerolltes Metalldrahtnetz befestigt ist. Mit einem Bunsenbrenner gelingt es, Dampf bis auf 300° zu erhitzen.

Fm.

Verschiedene Formen des Photometers nach Lummer und Brodhun.

Von Dr. H. Krüss. *Schillings Journ. f. Gasbeleuchtung. 1894.*

Verfasser brachte an dem Lummer-Brodhun'schen Photometerkopf einige Veränderungen an, um denselben dem Gebrauch in der Technik mehr anzupassen. Zunächst verringerte er die Grösse und das Gewicht desselben; sodann brachte er noch ein Reflexionsprisma zwischen dem Okular und dem Photometerwürfel an, sodass die Strahlen nicht mehr unter 45° Neigung zu der Photometerbank, sondern in Folge zweimaliger Reflexion senkrecht zu derselben austreten. Dadurch wird der Apparat symmetrischer und etwas bequemer für den Beobachter. Auch empfiehlt Verf., die Oeffnungen, durch welche das Licht in das Photometer eintritt, des Staubes wegen durch Spiegelglasplatten zu verschliessen. An dem optischen Prinzip des Apparates ist nichts geändert.

W. J.

Neuer Erhitzungsapparat für das Eiskalorimeter.

Von W. Longinine. *Ann. de chim. et de phys. (VII.) 1. S. 423. (1894.)*

Der Erhitzungsapparat ist so konstruirt, dass die auf 100° in demselben erwärmten Körper möglichst ohne Wärmeverlust in das Kalorimeter gelangen; er besteht aus einem fahrbaren kleinen Dampfentwickler mit Rückflusskühler, von dem aus Röhren für den ein- und ausströmenden Dampf zu dem eigentlichen Erhitzungsgefäss führen. Dieses ist fest mit dem Dampfapparat verbunden und kann mit demselben auf Schienen so verschoben werden, dass es sich direkt über dem Kalorimeter befindet, ohne dass bei dieser Manipulation etwas an der Dampfzirkulation u. s. w. geändert wird. Das Oeffnen des Erhitzungsapparates, der eine doppelte Wandung besitzt und noch mit Filz gegen Wärmestrahlung geschützt ist, wird durch den Druck auf einen Knopf bewirkt. Die zu erhitzenden Körper liegen in einem, mit der Spitze nach unten gekehrten, hohlen Konus, der aus zwei auseinander klappbaren Theilen besteht. Beim Drücken auf den Knopf öffnet sich der Konus und die Körper beginnen zu fallen. Einen Augenblick später wird ebenfalls automatisch eine Klappe, welche den unteren Verschluss des Apparates bildet, geöffnet und zwar ist die Zeit so abgepasst, dass die fallenden Körper die Klappe nicht mehr berühren. Auf diese Weise kann ein Wärmeverlust fast völlig vermieden werden. *W. J.*

Eine Modifikation des Kipp'schen Apparates.

Von Dr. Hans Wolf. *Chem. Ztg.* **18.** *S. 486. (1894).*

Dem Hauptübelstande des Kipp'schen Apparates, der unvollkommenen Ausnutzung der Säure, hilft der Verfasser dadurch ab, dass er die oberste Kugel zum Entwicklungsgefäss macht. Er schneidet das lange, an der oberen Kugel sitzende Stielrohr, dicht über der unteren Einschnürung ab, und verschliesst, nachdem er in die mittlere Kugel die Säure eingefüllt hat, diese durch ein Hahnrohr. Durch Blasen an diesem Rohr wird die Flüssigkeit in die obere Kugel gedrückt, bis die Entwicklung beginnt, und dann der Hahn geschlossen. Durch die Expansion der im mittleren Gefäss abgeschlossenen Druckluft und durch den in der Gasleitungsröhre sitzenden Hahn regulirt sich die Geschwindigkeit der Entwicklung. *Fm.*

Ein Apparat, um gleichzeitig mehreren Hörern die Vermischung der Empfindung unterbrochener Töne zu zeigen.

Von Alfr. M. Mayer. *Phil. Mag.* (*V.*) **37.** *S. 411.* (*1894.*)

Wenn ein Ton mit einer gewissen Häufigkeit unterbrochen wird, so vermischen sich die einzelnen Toneindrücke im Ohr wieder zu einem kontinuirlichen Ton. Um diese Erscheinung einem grösseren Zuhörerkreis zu demonstriren, liess Verf. eine elektromagnetisch erregte Stimmgabel vor einer Flasche schwingen, die auf den Ton der Gabel abgestimmt war. Im Boden dieser Flasche war eine beiderseits offene Röhre von etwa 1 *cm* Durchmesser eingesetzt, die durch Vorbeidrehen einer mit Löchern versehenen Scheibe abwechselnd geöffnet und verschlossen werden konnte; wenn die Röhre offen war, konnte der Ton in einiger Entfernung nicht mehr wahrgenommen werden. Bei langsamer Bewegung der Scheibe hört man nun unterbrochene Tonstösse, während bei einer gewissen Geschwindigkeit eine gleichmässige Tonempfindung entsteht. *W. J.*

Neu erschienene Bücher.

Lehrbuch der praktischen Geometrie. Von Prof. Dr. Ch. A. Vogler. 2. Theil: *Höhenmessungen.* 1. Halbband: *Anleitung zum Nivelliren oder Einwägen.* 420 S. mit zahlreichen Abbildungen. Braunschweig. Fr. Vieweg & Sohn. M. 11,—.

Nach längerer, durch gehäufte Berufsarbeit veranlasster Pause lässt Verf. dem ersten Theile seiner *„Praktischen Geometrie"* den ersten Halbband des zweites Theiles folgen, welcher sich mit der *„Anleitung zum Nivelliren oder Einwägen"* beschäftigt. Die Fachgenossen werden das Erscheinen dieses Bandes mit Freude begrüsst haben. In der That giebt der mit dem Gebiete der Nivellements besonders vertraute Verf. in dem vorliegenden Bande eine werthvolle und abgeschlossene Uebersicht über die Entwicklung der Nivellirinstrumente, die Art ihrer Behandlung, die Fehlertilgung, über die Praxis des Nivellirens und die rechnerische Behandlung der Beobachtungen. Die geschichtlichen Notizen gehen bis auf die ältesten Nivellirapparate zurück und geben interessante Notizen über ihre Entwicklung. (Vgl. hierüber auch die Mittheilungen des Referenten in *dieser Zeitschr. 1884. S. 162*). In der Darstellung der folgeweisen Verfeinerung der Nivellirinstrumente und der Nivellirmethoden ist keine wichtige oder wesentliche Form unberücksichtigt geblieben; nur ist zu bedauern, dass die neuesten Versuche des Verf. über Verbesserungen auf dem Gebiete des Nivellirens für wissenschaftliche Zwecke noch nicht aufgenommen sind. Um die neueste von Prof. W. Seibt angegebene Form der Breithaupt'schen Instrumente noch berücksichtigen zu können, war vermuthlich der Druck des Bandes schon zu weit vorgeschritten.

Das vorliegende Werk ist nicht nur für den Studirenden ein wichtiges Handbuch;

es bildet viel mehr noch für den gereiften Fachmann ein willkommenes Hilfsmittel und kann für ihn ganz besonders empfohlen werden. — Die Ausstattung ist dem Rufe der Verlagsfirma entsprechend eine vorzügliche. *W.*

Handbuch der astronomischen Instrumentenkunde. Von Dr. L. Ambronn. Berlin. Julius Springer.

Dem heutigen Hefte liegt ein Prospekt des vorstehenden Werkes bei, von dessen Erscheinen wir schon früher an dieser Stelle Anzeige machten. Da das Werk, welches von vielen maassgebenden Seiten als durchaus nothwendig und zeitgemäss anerkannt worden ist, mit Beginn des nächsten Jahres zum Abschluss gelangen wird, so sollen durch die erwähnte Beilage alle Interessenten nochmals mit Zweck und Inhalt desselben bekannt gemacht werden.

Wir können die Bitte um Einsendung weiteren Materials, obgleich solches schon in erheblichem Umfange hat benutzt werden können, im Interesse einer gewissen Vollständigkeit nur auf das Wärmste unterstützen. *D. Red.*

H. Homann, Die aichfähigen Gasmesser-Konstruktionen. München. (Schilling's Journ. f. Gasbeleucht.) 38 S. m. 6 Tafeln u. 35 Figuren. M. 1,35.

C. G. Matthews, *The microscope in the brewery and malt-house.* London. M. 21,80.

K. Strehl, Theorie des Fernrohrs auf Grund der Beugung des Lichts. I. Theil. (VII. 136 S. m. 1 Tafel.) Leipzig. J. A. Barth. M. 4,00.

C. Gänge, Die Polarisation des Lichtes. Kurze Darstellung ihrer Lehre und ihrer Anwendungen. Leipzig. 78 S. mit 29 Holzschnitten. M. 1,80.

R. Mauritius, Beschreibung einiger neuer physikalischer Apparate. Coburg. 17 S. mit 2 Tafeln. M. 1,50.

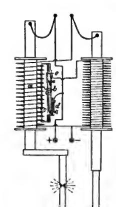
J. L. Sirks, *On the astigmatism of Rowland's concave gratings.* Amsterdam. (Verhand. Akad.) 7 S. mit 1 Tafel. M. 0,80.

E. Robel, Die Sirenen. Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Akustik. 2. Theil: Die Arbeiten deutscher Physiker über die Sirene in dem Zeitraume von 1830 bis 1856. Berlin. R. Gaertner. M. 1,—.

Vereins- und Personennachrichten.

Geh. Regierungsrath Prof. Dr. Aug. Kundt †. Wiederum hat die physikalische Wissenschaft einen unersetzlichen Verlust erlitten. Noch im kräftigsten Alter stehend, ist Prof. Kundt, verdienstvoll als Forscher, hochgeachtet als Mensch, durch eine tückische Krankheit allzufrüh dahingerafft worden. Es kann hier nicht der Ort sein, seiner Verdienste als Physiker zu gedenken; dies muss einer berufeneren Stelle vorbehalten bleiben. Wir wollen uns hier nur der vielen Verdienste erinnern, die er sich um die Präzisionsmechanik und Instrumentenkunde erworben hat. Eigene Neigung, umfassende experimentelle Arbeiten, leitende amtliche Stellungen führten ihn zu vielen Anregungen und Verbesserungen auf dem Gebiete der Instrumentenkunde. Auch als Mensch trat er den Jüngern der Feinmechanik und Optik gern nahe und war Jedem, der seinen bewährten technischen und wissenschaftlichen Rath einholte, ein freundlicher und williger Rathgeber. Bei der Begründung dieser Zeitschrift betheiligte er sich als Mitherausgeber und hat ihr stets ein warmes und wohlwollendes Interesse gewidmet. Wer ihn kannte, wird ihm ein dauerndes Andenken bewahren. Möge dem verdienten Gelehrten, dem edlen Menschen, die Erde leicht sein.

Patentschau.



Vorrichtung zur besseren Bildung des elektrischen Lichtbogens von Differentiallampen. Von Schuckert & Co. in Nürnberg. Vom 8. November 1892. No. 68743. Kl. 21.

Ausser dem gewöhnlichen Eisenkern der Hauptstromspule *a* ist ein zweiter *b* von geringeren Abmessungen angebracht. Zwischen den Polen desselben ist drehbar ein eiserner Anker *c* befestigt, der gegen eine Stromschlussschraube *d* vermittels einer Feder *e* gedrückt wird. Der Anker unterbricht bei übermässiger Stromstärke die Nebenschlussspule der Lampe.

Zirkelgelenk. Von E. O. Richter & Co. in Chemnitz. Vom 16. August 1892. No. 68967. Kl. 42.

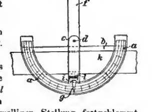
Die Zirkelschenkel tragen auf der Aussenseite erhabene Rundkerner, die in Hohlkernern einer die Zirkelbacken umschliessenden Klemme laufen. Diese ist mit einer Zugschraube *d* versehen, vermittels deren die Klemme zusammengezogen und der Gang des Zirkels geregelt wird. Die Hohlkerner können durch nach der Aussenseite führende Bohrlöcher schmierbar gemacht werden.

Feldmessinstrument. Von J. W. Shepard in Clettenham, England. Vom 2. September 1892. No. 68851. Kl. 42.



Dieses Feldmessinstrument dient zu Nivellirungen und Winkelmessungen. Es besteht aus einem mit dem Kompass *H* versehenen Gestell *AB*, welches zur Lagerung der um die Axe *h* drehbaren Platte *C* dient. In diese ist die mit Gradtheilung und Steigungsskale versehene Scheibe *e* eingelassen, welche die Libelle *h* und eine Visirvorrichtung trägt. Letztere ist gekennzeichnet durch einen mit Löchern *n* und Aussparungen n_1 für die Klemmschraube *m* versehenen Visirträger *D*, auf welchem die Visire D_1 und D_2 mit Hilfe von Federn verschiebbar festgehalten werden, und welcher, je nach der Entfernung des Zieles, mit den vorderen oder hinteren Löchern *n* über die Stifte *s* gesteckt wird, um dadurch eine bequeme Handhabung des Instrumentes herbeizuführen. Dies kann auch so ausgeführt sein, dass die mit Theilung versehene Scheibe *e* unmittelbar in ein Brett eingelassen und mit einem auf die Stifte *s* aufsteckbaren Libellenträger ausgerüstet ist, um die Einrichtung als Reissschiene, Winkelmessinstrument und auch als Wasserwaage benutzen zu können.

Bei Messung von Höhenwinkeln wird die Platte *C* mit der Visirvorrichtung um die Zapfen *h* gedreht und senkrecht gestellt.



Verstellbarer Anschlagwinkel mit Gradbogen für Reissschienen. Von W. Wöhlke in Rathenow. Vom 15. November 1892. No. 68856. Kl. 42.

Der Gradbogen *a* trägt auf der unteren Seite eine als Anschlag dienende Leiste *b* mit einem Lappen *c*, an welche eine mit einem Zeiger *g* versehene, durch eine Stellschraube *l* einstellbare Schiene *f* befestigt ist. Diese wird mittels einer an dem genannten Kloben befestigten Schleppfeder *i* in ihrer jeweiligen Stellung festgeklemmt.

Für die Werkstatt.

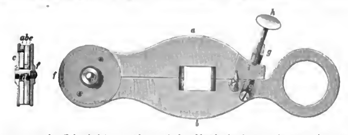
Werkzeuge aus Aluminium. Mitgetheilt von K. Friedrich.

Herr Mechaniker Gustav Halle wendet zur Herstellung von Tastern, von Kluppen zum Schneiden dünner Gewinde und von Heften für dünne Gewindebohrer mit Erfolg Aluminium an, nachdem schon früher dieses Material von A. Fabra und dem Referenten selbst zur Herstellung von Fadentastern zur empfindlichen Vergleichung von Zylindern (vgl. *diese Zeitschrift 1889 S. 192*) in Aussicht genommen war. Bei Tasterinstrumenten ist Aluminium insofern empfehlenswerth, als durch die Verringerung des Gewichtes die Schenkel beim Aufsetzen auf den zu messenden Gegenstand, zumal beim Zylinder, weniger auseinander gepresst werden als bei den gewöhnlichen Stahltastern. Der hierdurch entstehende Fehler ist unter ungünstigen Umständen selbst für die geringsten Anforderungen an Genauigkeit nicht zu vernachlässigen.

In gleichem Maasse erscheint die Verwendung des Aluminiums für Kluppen zum Schneiden feiner Gewinde und für Hefte zu dünnen Gewindebohrern berechtigt. Das Gewicht der Werkzeuge beträgt für die Kluppe einschliesslich der Stahlbacken 48 g, für den Doppeltaster (Innen- und Aussentaster) 25 g, für ein grösseres Gewindeheft 22 g und für ein kleineres 9 g. An dem Doppeltaster und der Kluppe mussten die Scharniere mit Messing ausgebuchst werden, da die Reibungsverhältnisse zwischen Aluminiumtheilen sehr ungünstig sind.

Die Kluppe ist folgendermaassen ausgeführt:

Mit dem Ende des oberen Aluminiumschenkels a ist durch Stift als Drehungssicherung verbunden die Messingscheibe c, in welche die Scharnieraxe d fest eingesetzt ist. Auf dieser Axe



dreht sich der zweite Schenkel b, der aber auf eine Messingbuchse e aufgezogen ist; als Schluss dient wieder eine auf das Gewinde an d aufgeschraubte Messingscheibe f. Zwischen den auf einander reibenden Flächen an a und b bezw. e und f sind Pergamentpapierscheiben eingeschaltet, die fettig erhalten werden. Der Gang des Scharniers ist gut.

Der Bügel g ist aus Messing und die Schraube h drückt auf ein in den Schenkel a eingelassenes Stahlplättchen i. Zur Orientirung beider Schenkel gegen einander ist ein Stahlstift k angebracht.

Das Gewindeheft ist am Ende mit Messing ausgefuttert und der Bohrer mittels Vierkantes eingesetzt.

Herr G. Halle, Rixdorf b. Berlin, Karlsgartenstr. 20, fertigt diese Werkzeuge auch für den Verkauf.

Berichtigung.

Zu der Mittheilung „Ueber ein neues Universal-Instrument der Firma Fauth & Co.“ macht Herr Dr. Repsold die Redaktion darauf aufmerksam, dass die Anfhebung des Gewichts der Fernrohraxe durch eine Feder, welche in der Mitte mit einer Schneide auf dem Umlegebock aufruht und an beiden Enden in gleichen Abständen von der Schneide durch Rollen unter die Axe drückt, weder vom Geodätischen Institut noch von Bamberg zuerst angegeben, sondern eine ältere Einrichtung sei, welche vermuthlich schon mehrfach unabhängig in Anwendung gebracht sei, in der Repsold'schen Werkstatt seit 1865 bei allen tragbaren Durchgangs- und Universalinstrumenten. Auch der Anfassring neben dem Fernrohr ist nach Herrn Dr. Repsold eine alte Einrichtung.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Prof. Dr. **Abbe** und **H. Haensch**.

Redaktion: Prof. Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XIV. Jahrgang. **August 1894.** Achtes Heft.

Charlottenburg, den 19. April 1894.

5ter Bericht über die Thätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. (Dezember 1892 bis Februar 1894).*)

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Personal.

Das Personal der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt setzt sich folgendermaassen zusammen:

1) Der Präsident der Phys.-Techn. Reichsanstalt;

2)

Abtheilung I	Abtheilung II
**)	1 Direktor,
3 Mitglieder, ***)	6 Mitglieder, ***)
2 technische Hilfsarbeiter,	2 technische Hilfsarbeiter,
4 Assistenten,	5 Assistenten,
2 wissenschaftliche Hilfsarbeiter,	6 wissenschaftliche Hilfsarbeiter,
1 freiwilliger Hilfsarbeiter,	2 technische Assistenten,
	3 technische Gehilfen,
3 Mechanikergehilfen,	8 Mechanikergehilfen,
1 Maschinist,	1 Tischler,
1 Heizer;	1 Klempner;
ausserdem:	
1 expedirender Sekretär,	2 expedirende Sekretäre,
1 Kanzlei-Sekretär,	2 Kanzlei-Sekretäre,
3 Unterbeamte.	5 Unterbeamte.
Zusammen: 22 Personen.	Zusammen: 44 Personen.

A. Erste (Physikalische) Abtheilung.

I. Thermische Arbeiten. 1. Bestimmung der Ausdehnung von Wasser und Quecksilber.

Die Bestimmung der relativen Ausdehnung von Wasser und Quecksilber gegen drei verschiedene Glassorten, deren absolute Ausdehnung untersucht war, ist abgeschlossen. Bei den Versuchen hat sich herausgestellt, dass aus derselben Glasröhre verfertigte Gefässe ganz dieselbe Ausdehnung haben; dagegen wurden sowohl für das Jenaer Glas XVI[III] als auch indirekt für das französische *verre*

*) Die vier bisherigen Thätigkeitsberichte datiren:
1) Vom 13. Dezember 1890 über die Zeit vom Oktober 1887 bis Dezember 1890. (*Z. f. I. 1891, S. 149.*)
2) „ 27. Februar 1891 „ „ „ „ März 1890 „ Februar 1891.
3) „ 29. Februar 1892 „ „ „ „ Februar 1891 „ Februar 1892.
4) „ 29. November 1892 über die Jahre 1891 und 1892. (*Z. f. I. 1893. S. 113.*)

**) Als Direktor der Abtheilung I fungirt der Präsident der Reichsanstalt.

***) Davon 1 Mitglied beiden Abtheilungen gemeinsam.

dur Abweichungen des Ausdehnungskoeffizienten bis zum Betrage von 1% festgestellt, wenn die Rohre zu verschiedenen Zeiten bezogen, also aus verschiedenen Schmelzen angefertigt waren. In Folge dessen gaben die Beobachtungen keine genauen Werthe für die absolute Ausdehnung von Wasser und Quecksilber, sondern nur — durch Elimination der individuellen Ausdehnung der Glasgefässe — eine gute Bestimmung der relativen Ausdehnung dieser Flüssigkeiten gegen einander.

2. Relative Kompressibilität von Quecksilber in Glas.

Da nach den vorstehend erwähnten Ergebnissen zur Zeit Glas von genügend konstanten Eigenschaften noch nicht erhältlich ist, so wurde von der Bestimmung der Kompressibilität von Quecksilber in Glas zunächst Abstand genommen.

3. Thermometer aus Jen. Glas 59 III.

Eine Anzahl von Thermometern aus Jenaer Glas 59 III ist untersucht worden; dieselben haben vor denen aus dem Glase XVI III mehrfache Vorzüge.

4. Platinthermometer (Widerstands-Pyrometer).

Die Anwendung von Quecksilberthermometern zu genauen Messungen stösst oft auf erhebliche Schwierigkeiten. Dieselben sind zunächst durch die Nothwendigkeit bedingt, das Instrument zur Bestimmung seines zeitigen Nullpunktes in kürzester Zeit aus dem Apparate, dessen Temperatur es misst, herausnehmen zu können. Sodann muss das Instrument der zu messenden Temperatur bis zur Quecksilberkuppe ausgesetzt sein, und die letztere muss trotz ihrer mit der Temperatur wechselnden Lagen stets ablesbar bleiben. Endlich sind Quecksilberthermometer überhaupt nicht verwendbar bei den tiefen, für das Studium der Eigenschaften der Gase besonders wichtigen Temperaturen.

Es erschien daher wünschenswerth, eine von diesen Mängeln freie Methode, welche sich auf die Aenderung des galvanischen Widerstandes der Metalle mit der Temperatur stützt, entsprechend auszubilden. Zu diesem Zwecke wurden Widerstände aus reinem Platin unter Benutzung des Kohlrausch'schen übergreifenden Nebenschlusses verwendet. Obwohl endgiltige Versuchsergebnisse noch nicht vorliegen, so ist doch schon jetzt begründete Hoffnung vorhanden, dass dieser Weg zum Ziele führen wird. Die resultirende Temperaturskale wird sich übrigens gut der absoluten anschliessen, wie aus dem erhaltenen Temperaturkoeffizienten beiläufig gefolgert werden kann.

5. Gewichtssätze.

Die der thermischen Gruppe gehörenden Gewichtssätze, welche von 0,1 *mg* bis 1 *kg* reichen, sind einheitlich aufs Neue bestimmt worden.

6. Ausdehnung fester Körper.

Die Vorversuche mit dem Fizeau-Abbe'schen Dilatometer sind zu einem befriedigenden Abschlusse gelangt. Die Anwendung eines auf dem metallthermometrischen Prinzip beruhenden Thermoregulators ermöglicht es, bei den Ausdehnungsbestimmungen fester Substanzen Beobachtungen zwischen 0° und 150° in ununterbrochener Reihenfolge anzustellen. Die mit Hilfe dieses Thermoregulators erreichte Konstanz der Temperatur darf bis 150° als ausreichend betrachtet werden, und es lässt sich annehmen, dass es späterhin auf dem eingeschlagenen Wege gelingen wird, die Messungen noch auf wesentlich höhere Temperaturen auszudehnen.

Die bisherigen Messungen bezogen sich auf die Bestimmungen des Ausdehnungskoeffizienten der zum Fizeau'schen Tischchen gehörigen Stahlschrauben; da dieselben allen späteren Ausdehnungsbestimmungen zu Grunde liegen, müssen sie mit besonderer Sorgfalt ausgeführt werden.

Bei Anwendung der grünen und gelben Strahlen einer mit Quecksilberdampf gefüllten Geissler'schen Röhre liessen sich auch noch bei Gangdifferenzen von etwa 100 000 Wellenlängen (25 *mm*) deutliche Interferenzerscheinungen erzielen; es konnte in Folge dessen fast die ganze Schraubenlänge zur Bestimmung der

Ausdehnung benutzt werden. Bis jetzt sind Beobachtungen zwischen 0° und 150° bei etwa 30 verschiedenen Temperaturen durchgeführt. Zur Kontrole sollen demnächst noch ein bis zwei weitere derartige Beobachtungsreihen ausgeführt werden, ehe an die Bestimmung der Ausdehnungskoeffizienten verschiedener Glassorten, des Porzellans u. s. w. herangegangen werden wird.

7. Pyrometrische Versuche.

Auf Anregung der Reichsanstalt hatte es die Königliche Porzellan-Manufaktur unternommen, Luftthermometergefässe herzustellen, die bis über den Schmelzpunkt des Porzellans hinaus brauchbar sind. Es wurden zu diesem Zweck Gefässe aus verschiedenen Thonarten angefertigt, von denen die eine erst bei dem Schmelzpunkt des Palladiums, die andere erst kurz vor dem des Platins zu erweichen beginnt. Die Prüfung dieser Gefässe wurde in einem Deville'schen Ofen vorgenommen, der mit Retortengraphit gespeist wurde, da man bei der gewählten Anordnung mit dem Gasgebläse, mit welchem bei den früheren Versuchen geheizt wurde, nicht höher als bis zu 1550° kam. In dem Deville'schen Ofen konnten zunächst die Schmelzpunkte von Nickel, Palladium und Platin mit Hilfe von Magnesiatiegeln bestimmt werden. Bei diesen Messungen konnten Thermoelemente, welche aus Platin einerseits, Platin-Rhodium andererseits bestanden, nicht benutzt werden, weil das Platin sich bei den hohen Temperaturen zu leicht verflüchtigt und brüchig wird, wobei es krystallische Struktur zeigt; es mussten vielmehr Thermoelemente verwendet werden, welche sich aus zwei verschiedenen Platin-Rhodium-Legirungen zusammensetzen. Die Vergleichung mit dem Luftthermometer steht noch aus.

Die zu diesen Versuchen verwendeten Thongefässe litten zunächst alle an dem Uebelstande, dass sie in den Porzellanöfen, wo die Temperatur noch nicht 1500° erreicht, nicht gar gebrannt werden. In Folge dessen sprangen sehr viele von ihnen beim Anheizen. Die grösste Schwierigkeit, die bis jetzt noch nicht endgiltig gehoben ist, besteht jedoch darin, dass die Glasur der Gefässe die hohe Temperatur nicht ertragen kann, sondern schon nach einer einzigen Heizung blasig und dadurch das Gefäss undicht wird. Es ist deshalb neuerdings versucht worden, als Glasur einen Fluss aus Borsäure oder gewöhnlichem Glas zu verwenden. Zur Zeit lässt sich jedoch ein endgiltiges Resultat über diese Versuche noch nicht angeben.

8. Lieferung neuer Apparate.

Der Apparat zur Bestimmung der absoluten Ausdehnung des Wassers (bzw. Quecksilbers) sowie das Normalbarometer sind jetzt montirt. Auch die grosse Waage wird demnächst fertig gestellt werden.

II. Elektrische Arbeiten.

1. Normalwiderstände.

Die Untersuchung der beiden im vorigen Bericht erwähnten Normalwiderstandsrohre Nr. XI und XIV ist vorläufig abgeschlossen worden; dieselben wurden wiederholt unter sich, sowie mit den Quecksilberkopien und Drahtwiderständen aus Manganin verglichen und stimmen innerhalb der Beobachtungsfehler der Messungen (bis auf etwa $^1/_{1000}$ %) vollständig überein. Ausserdem wurden drei neue Rohre von verschiedenem Querschnitt in Untersuchung genommen, da dieser bei der Reproduktion der Widerstandseinheit möglicher Weise eine Rolle spielt. Ueberhaupt ist es wünschenswerth, mehr als zwei genau untersuchte Rohre vergleichen zu können, um die Genauigkeitsgrenze festzustellen, die man bei der Herstellung der gesetzlich definirten Einheit zu erreichen vermag. Diese drei Rohre waren vorher zur Beseitigung etwaiger Spannungen des Glases in einem Muffelofen der Berliner Porzellan-Manufaktur auf etwa 300° erhitzt worden, worauf man sie zwei Tage

hindurch langsam abkühlen liess. Ihre Querschnitte stehen in dem Verhältniss 0,5 : 1 : 2, während die Längen annähernd gleich sind, so dass ihre Widerstände sich umgekehrt wie die obigen Querschnitte verhalten. Da sich diese Widerstandsrohre alle mit derselben Genauigkeit ausmessen und vergleichen lassen, so wird man entscheiden können, in welcher Weise die Grösse des Querschnittes bei der Berechnung der Widerstandseinheit in Betracht kommt. Die Querschnitte in noch weiteren Grenzen zu variiren, ist unvortheilhaft, da bei grösserem Querschnitt die Kalibrirung, bei kleinerem die Auswägung zu unsicher wird.

2. Ausmessung von drei neuen Ohmrohren.

Zunächst wurde die in der Reichsanstalt selbst angefertigte Theilung dieser Rohre untersucht; hieran schloss sich, wie bei Nr. XI und XIV, eine sorgfältige Kalibrirung mit mehreren Fäden von 2 zu 2 *cm* und zwar auch über die Stellen hinaus, an denen die Rohre später durchgeschnitten werden sollten. Nach dem Planschleifen der Rohrenden und Ansatzstücke erfolgte in der II. Abtheilung die Ausmessung der Längen in der Nähe von 0° mittels des Kontaktniveaus, so dass nur noch die Auswägung mit Quecksilber bei 0° auszuführen bleibt.

Damit diese Rohre von sehr verschiedenem Widerstand genau verglichen werden können, ist ein Widerstandssatz aus Manganindraht angefertigt worden, der für die Vergleichung nach der Kohlrausch'schen Methode eingerichtet ist; es führen deshalb zu jeder Verzweigungsstelle je drei Zuleitungsdrähte (für Strom, Galvanometer und Nebenschluss). Die Verzweigungsstellen bestehen ebenfalls aus Manganin, so dass innerhalb der Widerstände keine Thermokräfte auftreten können.

3. Ausbreitungswiderstand.

Die Untersuchungen über den Ausbreitungswiderstand an den Enden der Rohre sind noch nicht abgeschlossen und sollen bei der elektrischen Vergleichung der fünf Widerstandsnormale weitergeführt werden. Hierzu dienen ferner noch zwei gerade Kopien, welche ganz analog wie die Hauptrohre plangeschliffene Enden haben und mit Ansatzstücken versehen sind.

4. Quecksilberkopien.

Die U-förmig gebogenen Quecksilberkopien von etwa 1 *Ohm* Widerstand (im Ganzen 14 Stück von sehr verschiedenen Querschnitten), welche im Vakuum gefüllt und hermetisch verschlossen sind, wurden durch wiederholte Vergleichung bei 0° auf ihre Konstanz untersucht und haben sich in einem Zeitraum von $1^1/_2$ Jahren durchschnittlich bis auf etwa $^1/_{1000}$% konstant gehalten.

Jedenfalls sind sie den Quecksilberkopien, die vor dem Gebrauch erst gefüllt werden müssen, unbedingt vorzuziehen, weil sie wie die Drahtwiderstände stets zur Vergleichung bereit sind und nach kurzer Zeit in Eis bis auf wenige Millionstel ihren Werth für 0° annehmen, während die Neufüllung eines Rohres selbst bei aller Vorsicht viel grössere Unsicherheiten mit sich bringt. Im Zusammenhang mit den neuen Normalrohren sind ferner eine Anzahl solcher Kopien von etwa $^1/_2$ und 2 *Ohm* Widerstand hergestellt worden, die später an die Rohre angeschlossen werden sollen.

Auch die Drahtwiderstände aus Manganin, welche bei den Vergleichungen der Quecksilbernomale und Kopien als Hilfswiderstände dienen, haben sich als sehr konstant erwiesen; doch sind die Versuche darüber noch nicht abgeschlossen. Nach den bisherigen Messungen betragen die Aenderungen auch in längeren Zeiträumen nur einige Tausendstel Prozent, so dass man dieselben nur in grösseren Zeitintervallen zu kontroliren braucht.

Ausser den vorstehend erwähnten Widerständen wurden noch zwei von Professor Himstedt in Darmstadt eingesandte Quecksilbernormale (des Herrn Passavant) mit den Normalen der ersten Abtheilung verglichen.

Die weiteren Versuche, welche mit dem im Berichte vom 29. November 1892 erwähnten Elektrodynamometer angestellt wurden, zeigten, dass sich mit dem Apparate in dieser Form die absolute Messung von Stromstärken nicht mit der gewünschten Genauigkeit ermöglichen liess. Da indess bei zweckentsprechender Ausführung des Instrumentes sich gute Resultate erwarten lassen, so wurde in der Werkstatt der Reichsanstalt ein neuer Apparat mit den nothwendigen Abänderungen gebaut. Derselbe ist inzwischen fertig gestellt und in Gebrauch genommen. Seine Vorzüge vor dem alten liegen darin, dass er grössere Stabilität besitzt, dass seine Wirkung im höheren Grade der mathematischen Berechnung zugänglich ist, und dass seine Empfindlichkeit einen 10 bis 20 mal höheren Betrag hat.

5. Absolute Strommessung.

Die in der zweiten Abtheilung begonnenen Untersuchungen über das Clark'sche Normalelement wurden zu Ende geführt. Es hat sich gezeigt, dass die Genauigkeit, mit der sich die Eigenschaften des Elementes reproduziren lassen, wesentlich von der Anordnung der einzelnen Theile im Elemente abhängt. Am besten bewährten sich in dieser Hinsicht die von Lord Rayleigh angegebenen H-förmigen Elemente. 29 solcher Elemente, welche zu verschiedenen Zeiten mit verschiedenen Materialien hergestellt waren, wiesen keine Unterschiede in ihrer elektromotorischen Kraft auf, die ein Zehntausendstel derselben überschritten, und behalten diesen Werth nach den bis jetzt angestellten Beobachtungen unverändert bei. An den H-förmigen Elementen wurden noch einige Abänderungen vorgenommen, welche sie unbeschadet ihrer Eigenschaften versandfähig machen, und sodann wurden Vorschriften für die Herstellung solcher Elemente und für die Behandlung der in ihnen zu verwendenden Chemikalien ausgearbeitet. Die unter genauer Befolgung dieser Vorschriften angefertigten Elemente haben eine elektromotorische Kraft, die bis auf 0,0001 ihres Werthes übereinstimmend und konstant ist, und dürften für die Bestimmung von Stromstärken und Spannungen in den praktischen Einheiten zum mindesten dieselbe Bedeutung, wie das Silbervoltameter besitzen. Der absolute Werth der elektromotorischen Kraft des Clark'schen Elementes beträgt in den neuen Einheiten 1,434 *Volt* bei 15° und dürfte nach einer grossen Zahl hier angestellter Messungen wenigstens auf ein Tausendstel des Betrages richtig sein. Eine genauere Bestimmung dieser Zahl wird bei Gelegenheit der Arbeiten mit dem absoluten Elektrodynamometer durchgeführt werden. Der Temperaturkoeffizient der elektromotorischen Kraft wurde zwischen 10° und 30° zu

6. Clark'sche Elemente.

$$-0{,}000817 - 0{,}000007\,(t - 15)$$

bestimmt.

Die Bestimmung des Wärmeäquivalents der elektrischen Energie mittels des Eiskalorimeters, welche bereits im Vorjahre von einem freiwilligen Mitarbeiter der Reichsanstalt begonnen war, wurde der elektrischen Gruppe übertragen. Die Vorarbeiten beschränkten sich zunächst darauf, zur Ermittelung der aufgesogenen Quecksilbermasse eine bequeme Registrirmethode zu finden, damit der Beobachter den Kälteraum, in welchem sich das Eiskalorimeter befindet, während der Versuche nicht zu betreten braucht. Man erhält hierdurch konstantere Versuchsbedingungen und kann andererseits durch öftere Registrirung kleinerer Quecksilbermengen die Genauigkeit der Messungen steigern.

7. Wärmeäquivalent.

Bei der Untersuchung des zeitlichen Verlaufs der Induktion im Eisen wurde zunächst beobachtet, wie der Magnetismus von Eisenkörpern nach dem Stromschluss der Magnetisirungsspule ansteigt. Um die Rückwirkung zu eliminiren, welche der entstehende Magnetismus des Eisens auf das Anwachsen des Magneti-

8. Magnetische Untersuchungen.

sirungsstromes ausübt, wurden zwei gleiche Drahtspulen in einen Stromkreis hintereinander geschaltet und jede mit einer sekundären Spule aus dünnem Draht versehen. In einer der primären Spulen wurden die Probestücke magnetisirt, welche theils aus massiven Eisen- und Stahlstäben, theils aus Bündeln von Eisen- und Stahldraht bestanden. Die Zeit, welche zwischen dem Schluss des primären und der Oeffnung des sekundären Stromkreises lag, wurde mit dem Fallpendel gemessen. Die bisher ausgeführten Versuche ergaben, dass der Magnetismus der magnetisirenden Kraft ausserordentlich schnell folgt, sobald er nicht durch induzirte Ströme gehemmt wird.

III. Optische Arbeiten.

Die optischen Arbeiten erstreckten sich im Wesentlichen auf die Herstellung einer genau definirbaren und möglichst konstanten Lichteinheit.

In dem letzten Thätigkeitsbericht sind die Gründe angegeben worden, welche es unmöglich machen, mit Hilfe von glühendem Platin sowohl im Moment des Erstarrens als auch im Moment des Schmelzens eine bis auf wenige Prozente genaue Lichteinheit herzustellen. Gleichzeitig hatten die Versuche gelehrt, dass reines Platin als strahlende Oberfläche beizubehalten sei und dass glühende Platinbleche stets eine gleich grosse Lichtausstrahlung geben, wenn man nur stets dieselbe Temperatur längs der strahlenden Oberfläche herstellt.

1. Herstellung einer Platin-Lichteinheit unter Benutzung des Bolometers.

Von den verschiedenen Methoden, immer wieder eine bestimmte Temperatur herzustellen und festzuhalten, führte die im letzten Thätigkeitsbericht unter No. 3 angeführte Methode zu einem günstigen Resultat. Freilich ist die auf diesem Wege erhaltene Lichteinheit wegen der Kompliziertheit der erforderlichen Hilfsmittel weit davon entfernt, etwa auch in die Technik eingeführt werden zu können. Dagegen ist sie als Lichteinheit für Messungen der Reichsanstalt von grossem Werthe. Die ihr zu Grunde liegende Methode erlaubt es nämlich, mehrere Normalapparate, und zwar unabhängig von einander, herzustellen, welche bis auf 1 % übereinstimmende Lichtstärke geben.

Diese Methode beruht auf der bolometrischen Messung des Verhältnisses der Gesammtstrahlung zu einem genau definirbaren Theil derselben. Diese Theilstrahlung erhält man durch Einschaltung eines Absorptionsgefässes zwischen Lichtquelle und Bolometer. Das Absorptionsgefäss besteht aus Quarzplatten und ist mit destillirtem Wasser gefüllt. Das zu diesem Zweck konstruirte Bolometer ist im letzten Bericht eingehend beschrieben worden. Auch war schon damals mitgetheilt, dass bei verschieden dicken Platinblechen und bei Platin verschiedener Sendung für ein und dasselbe Strahlungsverhältniss die Leuchtkraft innerhalb 2 % die nämliche war. Dieses wichtige Resultat ist aber nur dann von Nutzen, wenn auch die anderen zu dieser Lichteinheit nothwendigen Bestimmungsstücke einer genauen Definition fähig sind. Dies erforderte eine genaue Untersuchung über den Einfluss der Herstellung des Bolometers sowie über die Stellung und die Grösse des Messdiaphragmas und über die Abhängigkeit der Absorption von der Dicke der Quarzplatten und der Wasserschicht. Die Ergebnisse dieser Versuche werden in einer bereits im Druck befindlichen Publikation[1]) veröffentlicht werden. Es sei deshalb hier nur erwähnt, dass der Anforderung an die Genauigkeit dieser Bestimmungsstücke leicht genügt werden kann.

Ausführlicher aber ist über die sehr interessante und unerwartete That-

[1]) Sitzungsberichte der Berliner Akademie 1894. S. 229–238.

sache zu berichten, welche bei Austausch des Bolometers gegen ein anderes derselben Art und Herstellungsweise auftrat und welche die auf diese Lichteinheit gesetzten Hoffnungen zu vernichten drohte. Es zeigte sich, dass die mit Lampenruss überzogenen Bolometer das Verhältniss der Gesammtstrahlung zu der benutzten Theilstrahlung eines und desselben weiss glühenden Platinbleches von konstanter Temperatur bis zu 10 % verschieden ergeben können, selbst wenn der Russbelag dem Auge ganz den nämlichen Eindruck macht. Eine solche Differenz von 10 % in den galvanometrischen Ausschlägen entspricht aber einer dreimal so grossen Aenderung in der Leuchtkraft des Platinblechs, das heisst, es würde diese Leuchtkraft um 30 % verschieden ausfallen, je nachdem die Temperatur desselben mit dem einen oder dem anderen der Bolometer regulirt worden wäre. Anfangs glaubte man diese grosse Verschiedenheit nicht dem Russ, sondern der Versuchsanordnung zuschreiben zu müssen. Durch Veränderung der Dicke der Russschicht und durch Vergleichung einer grossen Anzahl von Bolometern zeigte sich jedoch, dass Lampenruss als Bolometerbelag nicht verwendbar ist, wenigstens da, wo es sich um absolute Messungen handelt.

Auch blanke Bolometer, aus reinem Platin gefertigt, ergaben Lichteinheitsunterschiede bis zu 20 % und darüber.

Es wurde daher statt des Russes Platinmoor versucht. Unter den verschiedenen Methoden, Platin als feinstes Pulver zu erhalten, erwies sich ausschliesslich die elektrolytische als brauchbar. Nach langem Probiren gelang es, Platin als sammetartigen Belag auf den Bolometern niederzuschlagen, welcher den Lampenruss an Schwärze übertrifft. Dieser Belag ist ausserordentlich dünn, seine Dicke würde nämlich, wie durch Gewichtsbestimmung folgt, etwa nur 0,5 μ betragen haben, wenn das Metall in kompakter Form niedergeschlagen worden wäre. Die Empfindlichkeit des Bolometers und die Schnelligkeit, mit der es eine Strahlung anzeigt, ist im Wesentlichen die eines berussten Bolometers. Ungleich günstiger aber verhält sich Platinmoor in Bezug auf die Absorption verschiedener Gattungen von Strahlen. Mehrere nach gleichem Schema in derselben Platinchloridlösung gleichdick überzogene Bolometer zeigen kaum noch eine Differenz in dem Verhältniss der durch die Gesammt- und Theilstrahlung hervorgerufenen Ausschläge. Aendert man die Dicke des Platinrusses um 50 %, so ändert sich jenes Verhältniss um 1 %, die Lichteinheit also um 3 %. Je dicker nämlich die Platinmoorschicht ist, um so mehr werden die sogenannten Wärmestrahlen absorbirt im Vergleich zu den Lichtstrahlen; die weiteren Versuche sollen darthun, ob die Platinchloridlösung stets wieder so herzustellen ist, dass bei genau definirter Stromdichte und bei einer bestimmten Dauer der Elektrolyse der auf dem Bolometer erzeugte Niederschlag so gleichmässig wird wie der aus einer und derselben Lösung erhaltene. Ist dies, wie zu erwarten, der Fall, dann wird es ein Leichtes sein, die für alle Bestimmungsstücke dieser Lichteinheit nothwendigen Definitionen auch zahlenmässig festzulegen. Dabei wird man als Ziel im Auge behalten, die Zahlen möglichst einfach zu wählen, so zwar, dass die Farbe des glühenden Platinblechs mit derjenigen einer weiss brennenden Glühlampe übereinstimmt.

2. Herstellung der Violle'schen Lichteinheit auf elektrischem Wege.

Eine Wiederaufnahme der Versuche über die Violle'sche Lichteinheit wurde dadurch veranlasst, dass eine Berathung über sie auf die Tagesordnung für den 1893er elektrischen Kongress zu Chicago gesetzt worden war. In den betreffenden Vorschlägen war als absolute Lichteinheit die Violle'sche und als praktische Einheit die Hefnerlampe empfohlen, letztere jedoch in solcher Form, dass ihre Leuchtkraft gleich $^1/_{20}$ derjenigen der Violle'sche Platineinheit betrage.

Diese Vorschläge waren aus zwei Gründen zu bekämpfen. Erstens hatte sich die Violle'sche Einheit, welche übrigens seit ihrer Annahme zu Paris im Jahre 1884 noch nirgends geprüft worden war, nach den Versuchen der Reichsanstalt als zu ungenau erwiesen. Zweitens hatte sich die Hefnerlampe bei den vorgeschriebenen Dimensionen so gut bewährt, dass kein Grund vorlag, dieses von der Reichsanstalt bereits in 106 beglaubigten Exemplaren ausgegebene Lichtmaass zu Gunsten der Violle'schen Einheit zu verändern und so dessen Gebrauch auf Jahre hinaus zu verzögern.

Gleichwohl wurden die Versuche über die Violle'sche Einheit von Neuem aufgenommen. Noch hatte man sich nämlich kein Urtheil darüber bilden können, ob der Violle'sche Vorschlag nicht doch zum Ziele führen könnte, wenn man nur alle bei dem Schmelzverfahren nach Violle unvermeidlichen Fehler beseitigen würde. Schon im letzten Thätigkeitsberichte war angedeutet worden, dass erst durch das Schmelzen des Platins auf elektrischem Wege es vielleicht gelingen werde, jegliche Verunreinigung des Metalls zu vermeiden und die Oberfläche eben und sauber zu erhalten.

Nachdem sich bei den Vorversuchen gezeigt hatte, dass eine Stromstärke von etwa 1000 *Ampère* erforderlich ist, um einen Platinstab von 1 *qcm* Querschnitt zu schmelzen, so konnten die weiteren Versuche im Maschinenhaus der Reichsanstalt ausgeführt werden, da dort bei einer Parallelschaltung der sämmtlichen 32 Experimentirakkumulatoren zu je 100 *Ampère* Entladungsstrom bei 2 *Volt* eine Stromstärke von 3200 *Ampère* auf die Dauer von 4 bis 5 Stunden leicht zu erhalten war. Die Firma Siemens & Halske lieh die zu dieser Parallelschaltung nothwendigen dicken Kupferschienen, sowie einen Regulirwiderstand von $^1/_{1000}$ *Ohm* und einen Strommesser für 5000 *Ampère*. Ferner lieh die Firma W. C. Heräus in Hanau das für die Versuche erforderliche Platin im Werthe von einigen Tausend Mark und stellte zum Selbstkostenpreis die gewünschten Platinbarren her. Dieselben hatten Bügelform (‾|_|‾), wurden mit den horizontalen Seitenstücken zwischen die Kupferschienen geklemmt und lagerten mit ihrem mittleren Stücke in genau angepassten Tiegeln. Zu den ersten Versuchen dienten Kalktiegel, welche nach vorherigem stundenlangen Ausglühen im Holzkohlenfeuer mehrmals benutzt werden und längere Zeit stehen konnten, ohne zu zerfallen. Als viel geeigneter erwiesen sich die Tiegel aus reiner Magnesia, deren Herstellung der Königlichen Porzellan-Manufaktur nach vielen vergeblichen Versuchen glücklich gelang. Dieselben sind an der Oberfläche glashart, halten die Schmelztemperatur des Platins aus und zerbröckeln nicht, wenn der Platinbarren nach vielen Schmelzversuchen herausgenommen wird.

Ein unerwartetes Hinderniss störte jedoch den Fortgang der Arbeit in unerfreulicher Weise.

Bei den Vorversuchen mit Blei war der Verlauf der Schmelzung ganz so, wie man denselben erwarten musste. Das Mittelstück des Barrens, an Querschnitt viel kleiner als die übrigen Theile, fing — wegen der Ableitung an den Enden — zuerst in der Mitte an zu schmelzen, und der so gebildete Teich flüssigen Bleis dehnte sich immer weiter aus, bis bei genügend hohem Strom das ganze Mittelstück geschmolzen war. Die knieförmigen Zuleitungen blieben fest und bildeten gleichsam Elektroden im Bleibade.

Anders gestaltete sich der Verlauf bei Anwendung des Barrens aus Platin. Auch hier bildet sich zuerst in der Mitte des Querstücks ein von festem Platin rings umgebener Teich flüssigen Platins, welcher sich mit stärkerem Strom erwei-

tert. Sobald aber die Ufer des Teiches die seitlichen Längsränder des Querstückes erreicht haben, tritt eine Reihe von Vorgängen ein, welche damit enden, dass der Barren auseinander reisst. Anfangs glaubte man diese seltsame Erscheinung darauf schieben zu sollen, dass das Mittelstück des Barrens von quadratischem Querschnitt nicht genau genug der Tiegelform angepasst war, weil doch der Wärmeausdehnung Rechnung getragen werden musste. Es wurde daher dem Mittelstück des Barrens sowie dem Tiegel die Form eines Zylinderabschnittes gegeben, sodass ein Fortfliessen des flüssigen Platins nicht mehr möglich war. Trotzdem trat auch hier die merkwürdige Erscheinung des Zerreissens auf. Mögen kapillare Kräfte die erste Ursache sein, so müssen elektrodynamische Vorgänge bewirken, dass das flüssige Platin gegen die Schwere gehoben wird. Es liegt nämlich nach dem Zerreissen das vorher geschmolzene Platin auf dem Mittelstück obenauf zu beiden Seiten der Sprungstelle.

Es musste also vorläufig davon Abstand genommen werden, das mittlere Querstück in seiner ganzen Länge zu schmelzen, und gleichzeitig erstrebt werden, einen möglichst grossen Teich zu erzielen. Es lag nahe, hierzu den Querschnitt des Mittelstückes so abzuändern, dass die Sehne grösser, die Pfeilhöhe kleiner wurde. Nach mehrfachen vergeblichen Versuchen bewährte sich eine Form, bei welcher die Sehne 33, die Pfeilhöhe 12 *mm* betrug. Wurden bei diesen Stücken noch längs der Ränder im Weissglühzustande Platinstäbe gelegt, so konnte man den Teich bis nahe zu den Rändern erweitern, ohne ein Zerreissen befürchten zu müssen.

Um ein Erstarren des flüssigen Platins herbeizuführen, wurde entweder der Widerstand des Stromkreises schnell vergrössert oder noch besser ein Nebenschluss zum Platinbarren gelegt. Indem man diesen Nebenschluss einschaltete und, noch ehe der ganze Platinteich erstarrt war, wieder ausschaltete, konnte man erreichen, dass das Platin dauernd die Erstarrungstemperatur zeigte. Wenigstens blieb die Einstellung des Photometers, welches die Leuchtkraft des Platins mit der einer Glühlampe verglich, während der ganzen Manipulation konstant. Bezüglich der photometrischen Einrichtungen werde hier nur erwähnt, dass bei relativen Messungen mittels einer Linse ein Bild des Platins auf einer zweiten Linse erzeugt wurde, bei welcher sich eine Blende befand, und dass bei absoluten Messungen ein mit Wasserspülung versehenes Diaphragma direkt über dem Platinteich angebracht war. Ein Metallspiegel reflektirte die von dem Platin senkrecht kommenden Strahlen längs der Photometerbank.

Das Resultat der photometrischen Messungen kann noch nicht als ein endgiltiges angesehen werden, weil bisher nicht alle Einflüsse untersucht werden konnten, welche, wie zum Beispiel die Verunreinigung des Platins, die Genauigkeit der Versuche beeinträchtigen.

Es wurden stets nur die Messungen benutzt, bei denen der Platinteich vor dem Erstarren sich wie ein ruhiger Quecksilberspiegel ohne jede äussere Verunreinigung, etwa durch Oxydstäubchen, darbot. Dennoch schwankten die Werthe der Leuchtkraft bei Platin verschiedener Sendung bis zu 14%, wenn auch weniger bei ein und demselben Platinstück. Die Werthe für die Grösse der Leuchtkraft des absolut reinen Platins fallen etwa mit dem Mittelwerthe obiger Resultate zusammen. Merkwürdigerweise zeigte jedoch auch dieses bei den ersten Schmelzungen heller leuchtende Staubwolken und gab sehr schwankende Werthe; erst nach 30 und mehr Schmelzungen verschwanden die Dämpfe und die heller leuchtenden

Stäbchen wurden am Rande des Teiches festgehalten, so dass die Resultate der Lichtmessung einem konstanten Werthe zustrebten.

Das Mittel der Leuchtkraft, in Hefnerlicht ausgewerthet, ergab die so hergestellte Platineinheit zu 26 Hefnerlicht. Violle selbst giebt dieselbe zu 19,5 Hefnerlicht an. Weitere Versuche über die Genauigkeit der auf elektrischem Wege hergestellten Platineinheit sollen im Frühjahr wieder aufgenommen werden.

3. Drehung der Polarisationsebene des Lichtes durch Quarzplatten.

Zur Reduktion der mit Polarisationsapparaten gemessenen Drehungswerthe muss man die Abhängigkeit der Drehung von der Temperatur kennen. Obschon nun Bestimmungen dieses Temperaturkoeffizienten von anderen Seiten mehrfach vorgenommen worden waren, schien es doch angebracht, die Versuche zu wiederholen, weil sich die bisherigen Messungen nur auf wenige, sehr weit von einander liegende Temperaturen bezogen, während es dem vorliegenden Zwecke mehr entsprach, in dem kleinen Temperaturintervall 0° bis 30°, welches allein für die gestellte Aufgabe in Betracht kommt, möglichst zahlreiche, systematisch angeordnete Messungen auszuführen. Aus dem in der Reichsanstalt vorhandenen Material von Normalquarzplatten stellte man eine linksdrehende und eine rechtsdrehende Säule von 15,6 bzw. 24,2 *mm* Höhe her, deren Drehungen im Temperaturintervall 0° bis 30° bei mehr als dreissig verschiedenen Temperaturen gemessen wurden. Die Messungen wurden bei niederen Temperaturen im Kälteraum des Observatoriums, bei höheren in einem stark geheizten Zimmer vorgenommen; sie ergaben, dass die Abhängigkeit der Drehung von der Temperatur bei rechts- und linksdrehenden Quarzen die gleiche ist; die Uebereinstimmung zwischen beiden Reihen ist eine befriedigende.

Ausserdem wurde die absolute Drehung von acht einzelnen Quarzplatten von der Dicke 1 bis 10 *mm* unter Anwendung von spektral gereinigtem Natriumlicht mit dem vorhandenen Lippich'schen Halbschattenapparate bestimmt, nachdem man die Dicke der Platten sowohl auf dem Komparator als auch mit Hilfe eines genau untersuchten Sphärometers bis auf etwa 0,001 *mm* genau ermittelt hatte.

Die Werthe, welche sich bei den einzelnen Platten für die Drehung pro Millimeter Dicke ergaben, weichen vom Mittelwerthe nur um wenige Tausendstel Grade ab; für die Technik ist eine so geringe Abweichung ohne jeden Belang.

Die Messungen sollen demnächst noch auf eine Reihe anderer Platten ausgedehnt und sodann auch mit dem neuen Halbschattenpolarimeter (System Lummer) unter Verwendung des Lichtes von Geissler'schen Röhren kontrolirt werden.

4. Ueber das neue Halbschattenpolarimeter.

Schon im letzten Bericht ist Mittheilung über ein neues Halbschattenpolarimeter gemacht worden, welches im Wesentlichen aus dem Lummer-Brodhun'schen Spektralphotometer hervorgeht, wenn man dieses mit Nicol'schen Prismen versieht. Nach befriedigenden Vorversuchen wurde der Bau eines speziell für Drehungsmessungen an Normalquarzplatten bestimmten Polarimeters in Auftrag gegeben, welches in den nächsten Wochen geliefert werden soll. Inzwischen war man bemüht, statt breiter leuchtender Flammen Geissler'sche Röhren als Lichtquellen einzuführen, um die Drehung für genau definirte Lichtarten zu erhalten. Auch das Kontrastprinzip konnte hierbei angewendet werden, so dass das neue Polarimeter die Forderungen an sehr genaue und trotzdem leicht und schnell anzustellende Messungen in vollem Maasse zu erfüllen verspricht.

5. Versuche mit Auerbacher Kalkspath.

Aus den Gruben des Dr. Hoffmann zu Auerbach an der Bergstrasse wurden mehrere ziemlich umfangreiche und anscheinend theilweise klare Stücke Kalkspath auf ihre Verwendbarkeit zu optischen Zwecken untersucht.

Die vier von der Firma **Franz Schmidt & Haensch** daraus hergestellten gewöhnlichen **Nicol's** mit schrägen Endflächen von 18 bis 20 *mm* Seitenkante enthielten leider sämmtlich noch zahlreiche kleine Einschlüsse, Luftbläschen und dergleichen. Daher können diese Prismen, obgleich sie sich von **Nicol'**schen Prismen aus isländischem Kalkspath mittlerer Güte in Bezug auf das Auslöschen nicht unterscheiden, doch zu Präzisionsmessungen ersten Ranges kaum Verwendung finden; immerhin darf man hoffen, dass dies Material für die der Technik dienenden Instrumente vollständig ausreicht.

IV. Bureau und Kasse.

Die Zahl der im Kalenderjahre 1893 erledigten Geschäftsnummern betrug 3673. Im Etatsjahr 1893/94 sind von der Kasse 422967 M. in 2568 Einzelbeträgen gezahlt und 198 Zahlungsanweisungen erlassen worden. Zu den bisherigen Arbeiten der Bureaukasse sind hinzugekommen die Zahlungen und die Rechnunglegung für den Fonds zur Errichtung der Dienstgebäude der zweiten Abtheilung der Reichsanstalt und zur weiteren Ausstattung derselben mit Instrumenten und wissenschaftlichen Mitteln.

B. Zweite (Technische) Abtheilung.

I. Werkstatt.

1. Einführung einheitlicher Schraubengewinde.

Im Betriebe der Werkstatt sind die neuen Gewinde eingeführt; das nöthige Schneidzeug ist in derselben fast vollständig hergestellt. (Vgl. auch Bem. *III, S. 274.*)

2. Laufende Arbeiten.

a) Anfertigung und Reparatur an Instrumenten.

Folgende grösseren Apparate sind angefertigt worden:

1. Apparat zur Vergleichung von Thermometern in Temperaturen bis 600° mit Rührvorrichtung;
2. Einrichtung zum Prüfen von Gyrometern;
3. Kommutator für Ströme bis zu 60 *Ampère*;
4. Elektrodynamometer.

Ausserdem war die Werkstatt stark in Anspruch genommen durch Ausführung von Reparaturen und Hilfeleistungen für die einzelnen Laboratorien.

b) Beglaubigungen u. s. w.

Gestempelt und beglaubigt wurden:

42 Stimmgabeln,
94 Hefnerlampen,
92 Gewindebolzen mit Muttern,
81 Gewindebolzen ohne Muttern.

3. Arbeiten der Versuchswerkstatt.

a) Herstellung von Legirungen.

Legirungen sind in grosser Zahl hergestellt worden für das elektrische Laboratorium, für Theilungen und für besondere Apparate. Ferner wurden zur Bestimmung des Ausdehnungskoeffizienten des reinen und des Handelszinks zylindrische Stäbe aus solchem Material von 1,25 *m* Länge und 7 *mm* Durchmesser, die in den betreffenden Industrien nicht erhältlich waren, durch Hochsaugen des flüssigen Metalls in erhitzten Glasrohren angefertigt.

b) Untersuchungen über Lothe.

Die früher in Angriff genommenen Versuche über Aluminiumlothe sind abgebrochen worden, weil die Frage der Löthbarkeit des Aluminiums durch Weichlothe inzwischen ihre Erledigung ausserhalb der Reichsanstalt seitens der einschlägigen Technik gefunden hat.

Ein patentirtes und zwei zum Patent angemeldete, inzwischen patentirte Aluminiumlothe sind auf Ansuchen des Kaiserlichen Patentamts geprüft worden.

Von Hartlothen für Messing wurden im Ganzen 36 verschiedene Sorten, welche sich in der Literatur angegeben finden, geprüft. Die Untersuchung betraf

1. den Einfluss der Herstellungsart der Lothe auf ihre Eigenschaften;
2. die Schmelzbarkeit und das Fliessen im Feuer (mehr oder minder grosse Leicht- oder Schwerflüssigkeit);
3. die Hämmerbarkeit der Löthungen (Ausschweifen von Messingrohren von 35 *mm* Durchmesser und 1 *mm* Wandstärke mit dem Schweifhammer);
4. die Bruchfestigkeit der nicht hämmerbaren Hartlothe;
5. die Brauchbarkeit der Hartlothe für Bleche aus neun verschiedenen Messingwerken;
6. die Erniedrigung des Schmelzpunktes behufs Erhöhung der Hämmerbarkeit, sowie deren Veränderung durch Zinnzusätze.

Diese Arbeiten haben gezeigt, dass die untersuchten Lothe — bis auf eins — für die Zwecke des Mechanikers nicht geeignet sind; sie haben auch zur Ermittlung mehrerer brauchbaren Lothe geführt, von denen besonders folgende zwei sich im Vergleich zu den übrigen durch ihre Hämmerbarkeit in hervorragender Weise auszeichnen:

No. I.	No. II.	
42 Gewichtstheile	50 Gewichtstheile	Kupfer,
52 „	46 „	Zink,
6 „	4 „	Silber.

Hiervon ist No. I in Folge seines grösseren Silber- und Zinkgehaltes erheblich leichtflüssiger als No. II.

Die gesammten Untersuchungen werden in Kurzem veröffentlicht werden.

c) Mitwirkung bei den pyrometrischen Arbeiten der Abtheilung I.

Die Versuchswerkstatt betheiligte sich an der Montirung des Gasgebläses und des Deville'schen Ofens, die bei den pyrometrischen Arbeiten der Abtheilung I benutzt wurden.

Ferner wurden einige Anfragen aus der heimischen Industrie, betreffend die Färbung galvanisch niedergeschlagenen Silbers, stählerner Uhrzeiger u. s. w. bearbeitet.

II. Präzisionsmechanische Arbeiten.
1. Arbeiten für die Reichsanstalt.

Die Arbeiten für die Reichsanstalt bezogen sich auf

a) die genaue Messung der Dicken von 16 Quarzplatten für die Untersuchung der Abtheilung I über die Drehung der Polarisationsebene des Lichtes,

b) daran anschliessend Nachprüfung der Theilung einer Maassskale an einem Sphärometer der Abtheilung I,

c) Messung der Dimensionen eines Kreisringes aus weichem Eisen für magnetische Arbeiten,

d) systematische Untersuchungen über Einstellungsgenauigkeit und Definitionsvermögen der im vorigen Bericht erwähnten Platinpunktmarken.

Diese letztere Arbeit, die in der Vergleichung zweier mit solchen Marken versehener Skalen unter einander und mit Strichtheilungen durch verschiedene Beobachter und unter vielfach abgeänderten äusseren Umständen besteht, ist noch nicht ganz abgeschlossen; sie lässt aber bereits jetzt ganz unzweifelhaft erkennen, dass die an die Einrichtung geknüpften Erwartungen sich in befriedigender Weise erfüllen, dass somit für die Definition gerader Strecken auf Maassstäben diese

Marken selbst Strichen bester Qualität merklich überlegen sind. Der Abschluss und eine Veröffentlichung werden in Kurzem folgen.

e) Prüfung eines für die Messung von Normalien von Schraubengewinden dienenden Schraubtasters von Brown & Sharpe.

2. Messungsarbeiten für den Bedarf der Technik.

a) Apparate zur Bestimmung von Umdrehungsgeschwindigkeiten (Gyrometer). Versuche über die Prüfung von Instrumenten zur Bestimmung der Umdrehungsgeschwindigkeiten bzw. des Ungleichförmigkeitsgrades von Maschinen sind in dem Arbeitsplan für 1893/1894 nicht vorgesehen. Bei der grossen Wichtigkeit jedoch, welche derartige Apparate für die Technik haben, bildeten sie einen erheblichen Theil der Arbeiten der präzisionsmechanischen Unterabtheilung; sie betrafen die von Dr. O. Braun konstruirten und demselben patentirten Gyrometer.

Diese Instrumente bestehen aus einer allseitig geschlossenen Glasröhre, welche mit einer Flüssigkeit theilweise erfüllt ist. Die Oberfläche der letzteren nimmt bei der Rotation die Gestalt eines Paraboloids an, dessen Scheitel je nach der Umdrehungsgeschwindigkeit seinen Stand verändert.

Derselbe wird an einer auf dem Rohre eingeätzten, empirisch festgestellten Theilung abgelesen. Die Angaben sind unabhängig von der Beschaffenheit der Flüssigkeit; durch die Zusammensetzung der letzteren, eines Gemisches aus Glyzerin und Wasser, hat man es aber in der Hand, die Empfindlichkeit der Instrumente gegen kürzere Schwankungen um die mittlere Rotationsgeschwindigkeit innerhalb gewisser Grenzen zu verändern. Hierdurch gewinnt man ein Mittel, den Ungleichförmigkeitsgrad von Motoren zu untersuchen.

Es mussten zunächst Einrichtungen getroffen werden, um auf absolutem Wege die Richtigkeit der Angaben einzelner zu Normalen bestimmter Instrumente zu prüfen, mit denen dann die zum Gebrauch in der Praxis dienenden relativ verglichen werden. Ausserdem aber handelte es sich darum, das Maass der Empfindlichkeit gegen Schwankungen der mittleren Geschwindigkeit festzustellen. Dies geschieht dadurch, dass das betreffende Gyrometer von einem mit gleichförmiger Geschwindigkeit laufenden Motor unter Vermittlung eines Vorgeleges angetrieben wird, in welchem durch die Exzentrizität einer Schnurscheibe ein Ungleichförmigkeitsgrad künstlich hervorgerufen wird, dessen bekannter Betrag durch Veränderung der Exzentrizität innerhalb der erforderlichen Grenzen verändert werden kann. Bis zu diesem Punkte sind die Vorarbeiten bereits abgeschlossen und auf Grund derselben ausser einer grösseren Reihe verschiedenartiger Normalien auch bereits 38 Gebrauchsinstrumente systematisch geprüft worden. Eine Veröffentlichung über diese Untersuchungen und die dabei zur Anwendung gekommenen Methoden und über die in der eigenen Werkstatt hergestellten Einrichtungen wird demnächst erfolgen. Die Instrumente dieser Art besitzen vor solchen, bei denen starre Massen zur Anwendung kommen, nicht nur den Vorzug höchster Einfachheit, sondern auch dauernder Unveränderlichkeit der Angaben. Es ist daher beabsichtigt, für dieselben eine amtliche Beglaubigung eintreten zu lassen, ähnlich wie für Thermometer u. dergl. Dazu werden aber noch weitere Untersuchungen, namentlich über den Einfluss der Temperatur und der Neigung der Rotationsaxe auf Angabe und Empfindlickeit ausgeführt werden müssen.

b) Ausser den unter a) erwähnten 38 Gyrometern nach dem Patente Braun wurde ein Tachometer, das auf der Anwendung starrer Schwungmassen beruht, untersucht, ferner die Bestimmung von Ausdehnungskoeffizienten an Nickel- und

Stahlstäben, Bronzedrähten, Stahl- und Aluminiumröhren ausgeführt, sowie eine grosse Zahl von Schrauben, Leitspindelkopieen, Kaliberkörpern u. dergl. geprüft.

3. Prüfung und Beglaubigung von Normalgewinden.

Nachdem sich die unter Leitung des Vorstehers der präzisionsmechanischen Unterabtheilung im Dezember 1892 in München zusammengetretene Konferenz mit dem von der Reichsanstalt vorgeschlagenen Gewinde einverstanden erklärt hatte, wurden Bestimmungen über die Prüfung und Beglaubigung von Schraubengewinden ausgearbeitet und veröffentlicht[1]). Auf Grund derselben gingen zur Prüfung ein

einzelne Bolzengewinde : 150
Paare (Bolzen und Muttern) : 203;

hiervon wurden 81 bezw. 92 beglaubigt.

Aus diesen Zahlen kann der Schluss gezogen werden, dass die Verbreitung des Gewindes einen recht befriedigenden Fortgang nimmt. Eine wesentliche Förderung wird dasselbe aber noch dadurch erfahren, dass sich die Königliche Militärverwaltung ebenfalls für die Annahme des Gewindes entschlossen hat und zwar unter Einbeziehung der vom Verein deutscher Ingenieure vorgeschlagenen Fortsetzung desselben bis zum Durchmesser von 40 *mm*. Entsprechend einem von dem genannten Vereine an die Reichsanstalt gerichteten Antrage, demnächst auch diese Gewinde zur Beglaubigung zuzulassen, sind die bisherigen Bestimmungen zum Zwecke ihrer dahin zielenden Erweiterung einer Umarbeitung unterzogen worden. Die Verhandlungen mit den betheiligten Interessenten sind noch im Gange; nach ihrem Abschlusse wird voraussichtlich die Thätigkeit der Reichsanstalt auf diesem Gebiete noch eine erhebliche Steigerung erfahren.

4. Untersuchungen über die thermische Ausdehnung von Materialien, speziell des Aluminiums.

Diese bereits im vorigen Jahre in Angriff genommenen Arbeiten sind bezüglich des Aluminiums fortgeführt worden. Sie haben erkennen lassen, dass die früher beobachteten Anomalien nicht dem thermischen Verhalten des Materials selbst eigenthümlich, sondern wahrscheinlich durch die geringe Widerstandsfähigkeit des letzteren gegen die Einwirkung des Wassers herbeigeführt sind, indem die starke Gasentwicklung an einzelnen Stellen die durch Kitten befestigten Beobachtungsmarken von ihrem Orte gerückt hat. Das Material dürfte demnach als thermometrischer Bestandtheil bei Nivellirlatten u. dergl. wohl brauchbar sein, was gerade die Frage bildete, aus der sich die Untersuchung entwickelt hat. Ob dasselbe hierfür günstigere Eigenschaften besitzt als das seiner thermischen Nachwirkung wegen wenig geeignete Zink, lässt sich indess, wenigstens auf Grund des bis jetzt erhaltenen Beobachtungsmaterials, noch nicht entscheiden.

5. Untersuchungen über Nickel-Kupferlegirungen für analytische Gewichte und Aluminium-Legirungen.

Die Versuche mit Nickel-Kupferlegirungen sind ihrem Abschlusse nahe und haben zu anscheinend günstigen Ergebnissen geführt. Es wird indess beabsichtigt, mit grösseren Proben der besten Legirungen noch weitere Versuche vorzunehmen.

Die Prüfung der Aluminium-Legirungen ist zwar ebenfalls in Angriff genommen worden, aus Mangel an Zeit aber noch nicht erheblich fortgeschritten.

6. Laufende Prüfung von Stimmgabeln.

Die Arbeiten dieser Art sind gegen das Vorjahr noch mehr zurückgegangen. Eingereicht wurden im Ganzen 58 Stück. Davon wurden beglaubigt

32 Handstimmgabeln,
8 Orchestergabeln auf Schallkasten,
2 Präzisionsgabeln auf Schallkasten

zusammen 42 Stück.

[1]) Siehe *diese Zeitschrift 1893. S. 244.*

Abgestimmt wurden auf andere Tonhöhe als den internationalen Stimmton, daher ohne Beglaubigung . . . . 3 Stück

Geprüft, aber wegen nicht vorschriftsmässiger Beschaffenheit nicht beglanbigt, wurde . . . . 1 „

ohne Prüfung wurden zurückgegeben . . . . 12 „

III. Elektrische Arbeiten. 1. Stromstärke und Spannung.

Die genaueren Messungen von Stromstärken und Spannungen wurden in dem elektrotechnischen Laboratorium nach dem früher beschriebenen Kompensationsverfahren (s. *diese Zeitschr. 1890. S. 113*) vorgenommen.

Die Messapparate wurden hierzu durch Aufstellung von zwei gesonderten, besonders gut isolirten Akkumulatorenbatterien von je acht kleinen Zellen, sowie durch Aufstellung der dabei benutzten Normalelemente in einem gegen Temperaturschwankungen möglichst geschützten Raum und durch Beschaffung eines weiteren Kompensationsapparates vervollkommnet. Die Erfahrungen bei der praktischen Handhabung dieser Methode waren fortdauernd günstig. Da dieselbe von den Widerständen der Zuleitungen, sowie von den magnetischen Wirkungen starker Ströme und Magnete, auch von den Temperaturänderungen des Beobachtungsraumes unabhängig ist, überdies eine ausserordentlich grosse Empfindlichkeit besitzt, so sichert sie den Messungen der Reichsanstalt eine erhebliche Zuverlässigkeit und Genauigkeit.

Die Anwendung dieses Verfahrens breitet sich auch in technischen Kreisen immer mehr aus, wie zahlreiche zur Prüfung eingereichte Kompensationsapparate beweisen.

Während dieses Verfahren an eine stationäre Aufstellung der Apparate gebunden ist, hat sich als tragbarer Apparat für Spannungsmessungen das Weston'sche Voltmeter am besten bewährt. Der Strommesser derselben Fabrik zeigt dagegen grössere Fehlerquellen und im Allgemeinen ein zu geringes Messbereich. Die Reichsanstalt hat statt dessen leicht tragbare Abzweigungswiderstände empfohlen, welche in Verbindung mit dem Weston'schen Spannungsmesser als Strommessapparat dienen.

2. Laufende Prüfungen von Messgeräthen.

Die Prüfungen und Beglaubigungen von Normalelementen, Strom- und Spannungsmessern sind in gesteigertem Umfange fortgeführt worden. Die eingereichten 40 Normalelemente besassen sämmtlich die von der Reichsanstalt angegebene zylindrische Form und waren sämmtlich beglaubigungsfähig. Auf Ansuchen eines Fabrikanten wurde ausnahmsweise auch die Füllung von 24 Elementen solcher Art in der Reichsanstalt vorgenommen.

Von den technischen Strom- und Spannungsmessern mit beweglichem Eisenkern war nur eine kleine Zahl beglaubigungsfähig, während die übrigen nur mit einem Prüfungsscheine versehen werden konnten. Dieses ungünstige Ergebniss ist in erster Linie darauf zurückzuführen, dass der remanente Magnetismus des Eisenkerns der Einstellung eine, im Vergleich zu den gezogenen Fehlergrenzen, zu grosse Veränderlichkeit ertheilt. In zweiter Linie ist jenes Ergebniss dadurch verursacht, dass viele Fabriken bei ihren Aichungen noch nicht das Kompensationsverfahren oder ein geprüftes Weston'sches Instrument, auch nicht nach Angabe der Reichsanstalt hergestellte Messwiderstände benutzen, hierdurch aber regelmässig wiederkehrende Messungsfehler von mehreren Prozenten machen. Der hauptsächlichste Nutzen derartiger Prüfungsarbeiten dürfte daher darin zu suchen sein, dass die Fabriken durch dieselben auf die in ihren Messeinrichtungen bestehenden Fehlerquellen aufmerksam gemacht werden.

Nach Zahl und Güte nehmen unter den eingesandten 115 Strom- und Spannungsmessern die Weston'schen Apparate die erste Stelle ein. Dieselben wurden jedoch nur mit Prüfungsscheinen versehen, weil man befürchtete, dass die Stärke des Stahlmagneten dieser Apparate mit der Zeit abnehmen könne. Bei einigen, nach längeren Zwischenzeiten zu wiederholter Prüfung gelangten Apparaten, konnte eine solche Abnahme bisher jedoch nicht festgestellt werden.

Unter den Spannungsmessern ist neuerdings eine Form in allgemeinere Aufnahme gekommen, bei welcher der Zeiger durch die von der Stromwärme bewirkte Ausdehnung eines feinen Drahtes bewegt wird. Diese sogenannten Hitzdraht-Spannungsmesser haben sich bei einer eingehenden Prüfung hinsichtlich der Zuverlässigkeit ihrer Angaben gut bewährt.

3. Elektrizitätsmesser.

Elektrizitätsmesser sind in dieser Berichtsperiode zum ersten Male häufiger zur Prüfung gelangt. Es wurden vier verschiedene Systeme dieser wichtigen Apparate auf Dauerhaftigkeit und Zuverlässigkeit geprüft; 14 einzelne für die Praxis bestimmte Apparate wurden auf die Richtigkeit der angegebenen Konstante und auf etwaige Veränderlichkeit unter verschiedenen Einflüssen untersucht und mit Prüfungsbescheinigungen versehen.

Es ist nicht zu verkennen, dass in der letzten Zeit ein wesentlicher Fortschritt in dem Bau dieser Messgeräthe gemacht worden ist. Wenngleich die Aufnahme von amtlichen Beglaubigungen derselben zur Zeit noch nicht empfohlen werden soll, so erscheint es nicht ausgeschlossen, dass man in einem Jahre dieser Frage wird näher treten können.

4. Kondensatoren.

Aus der Praxis liegen verschiedene Anfragen nach beglaubigten Normalkondensatoren vor.

Für die Messung wurde, ausser dem Verfahren mittels eines ballistischen Galvanometers, dasjenige eines rotirenden Umschalters benutzt. Die Umdrehungszahl wird hierbei mittels eines Dr. O. Braun'schen Gyrometers bestimmt. Die hierzu erforderlichen Apparate sind soweit ausgebildet worden, dass die Bestimmung der Kapazität bis auf weniger als ein Tausendstel des Werthes sicher ist. Es zeigte sich jedoch, dass bei schnellen Ladungen und Entladungen die Kapazität der gebräuchlichen Glimmerkondensatoren mit der Benutzungsdauer Aenderungen bis zu mehreren Prozenten erleidet. Daher ist zunächst noch eine genauere Untersuchung dieser Eigenschaft der Kondensatoren erforderlich.

5. Elektrostatische Spannungsmesser.

Es liegt ein Antrag vor, die Angaben elektrostatischer Spannungsmesser bis zu 10000 *Volt* zu prüfen. Die Ausführung der hierzu erforderlichen Apparate und Vorarbeiten ist in Angriff genommen worden.

6. Leitungsfähigkeit.

Von Leitungs- und Widerstandsmaterialien wurden 36 Sorten zur Untersuchung eingereicht. Schon länger hatte sich das Bedürfniss fühlbar gemacht, für derartige Untersuchungen einen Apparat zu haben, mittels dessen die Bestimmung des spezifischen Widerstands und Temperaturkoeffizienten kurzer Metallstäbe schnell und genau ausgeführt werden kann. Ein solcher Apparat ist im elektrotechnischen Laboratorium konstruirt und ausgeführt worden. Eine Beschreibung desselben und des Prüfungsverfahrens wird in Kürze veröffentlicht werden.

7. Isolation.

Isolationsbestimmungen an 3 eingesandten Materialien und isolirten Drähten wurden in der seither üblichen Weise ausgeführt.

8. Akkumulatoren und Elemente.

Verschiedene Arten von Akkumulatoren und galvanischen Elementen, namentlich aber 53 Trockenelemente sind auf Antrag der betreffenden Fahrikanten auf ihre Leistungsfähigkeit geprüft worden.

Die letzteren Apparate werden in immer steigender Menge — zumeist von kleinen Fabrikanten — in den Handel gebracht.

9. Sonstige Prüfungen und Begutachtungen.

Auf Antrag einer elektrischen Fabrik wurde eine Telephonstation neuer Bauart untersucht, welche sich besonders durch ein sehr empfindliches Mikrophon auszeichnete.

Für die Reichstags-Bauverwaltung hat eine Prüfung der im neuen Reichstagsgebäude aufgestellten Elektrizitätsmesser und eine Begutachtung der Pläne für eine Elektromotorenanlage zur Ventilation und Heizung stattgefunden.

10. Widerstände und Widerstandsmaterialien.

a) Laufende Prüfungen.

In der Berichtszeit wurden 136 Prüfungsanträge erledigt, von denen 112 auf Einzelwiderstände, 19 auf Widerstandssätze (mit zusammen 350 einzelnen Abtheilungen), 2 auf die Untersuchung von Drahtmaterialien sich bezogen. In drei Fällen fand eine zweimalige Einsendung zur Untersuchung derselben Apparate statt, und zwar stellte sich für zwei Widerstände schon bei der Vorprüfung die Nothwendigkeit einer Ausbesserung heraus. Im dritten Falle war angeblich ein bereits geprüfter Kompensationsapparat schadhaft geworden, was sich aber bei der Kontrolprüfung als unbegründet erwies.

Die untenstehende Tabelle giebt über die der Abgleichung der Einzelwiderstände und Widerstandssätze zu Grunde gelegte Einheit und das zu ihrer Herstellung verwandte Material Aufschluss.

Der Abgleichung zu Grunde gelegte Einheit		
106,0 $\frac{cm}{mm^2}$ Hg_0	106,3 $\frac{cm}{mm^2}$ Hg_0	100,0 $\frac{cm}{mm^2}$ Hg_0
101	29	1

Verwandtes Widerstandsmaterial			
Manganin	Konstantan	Neusilber	unbekannt
122	6	2	1

120 Apparate waren nach den Modellen der Reichsanstalt gefertigt. Davon gingen 43 nachweislich in das Ausland und zwar 25 nach England, 9 nach Amerika, 6 in die Schweiz, 2 nach Ungarn und 1 nach Belgien.

Von den beiden Drahtuntersuchungen betraf die eine zwei Proben Telephon-Bronzedraht, welche für Rechnung der Königlich Norwegischen Staatstelegraphenverwaltung auf ihre elektrischen Konstanten untersucht wurden; die andere, ausführliche Untersuchung bezog sich auf ein neues von der Firma **Friedr. Krupp** in Essen hergestelltes Material für technische Widerstände, welches sich durch einen sehr hohen spezifischen Widerstand (85 *Mikrohm* $\frac{cm}{cm^2}$) auszeichnet. Allerdings ist auch der Temperaturkoeffizient ziemlich beträchtlich (etwa 0,08 %) und ferner wird der hohe Eisengehalt des Materials die Verwendung in manchen Fällen ausschliessen; für technische Widerstände dürfte es sich indessen gut eignen. Die Untersuchungen der Reichsanstalt an diesem Material sind in der *Elektrotechnischen Zeitschrift* (*1894. S. 29*) veröffentlicht worden.

Abgesehen von den erwähnten Prüfungen wurden in zahlreichen Fällen Messungen an Widerständen und Widerstandssätzen vorgenommen, die im elektrotechnischen Laboratorium der Anstalt selbst zu den verschiedensten Zwecken benutzt werden.

b) Gebrauchsnormale.

Die Werthe der Gebrauchsnormale von 1 *Ohm*, welche allen Widerstandsmessungen zu Grunde liegen, wurden früher durch Vergleichung mit den in der zweiten Abtheilung hergestellten vorläufigen Quecksilbernormalen kontrolirt. Nunmehr werden sie durch eine jährlich zu wiederholende Messungsreihe an die Drahtwiderstände und Quecksilbernormale der ersten Abtheilung angeschlossen. Diese Messungen fanden zum ersten Mal im Oktober 1892 statt; im November 1893 wurden die Beobachtungen an den beiderseitigen Drahtnormalen mit dem Ergebniss wiederholt, dass die relativen Veränderungen der verschieden alten, theils noch aus Patentnickel, theils aus Manganin bestehenden Widerstände höchstens einige Tausendstel Prozent betragen. Die Vergleichung mit den Quecksilbernormalen wird im Laufe des Monats April vorgenommen werden. Die Gebrauchsnormale von anderen Beträgen als 1 *Ohm* werden an die letzteren häufig angeschlossen. Es hat sich dabei die Thatsache von Neuem bestätigt, dass es gelungen ist, ausserordentlich konstante Drahtwiderstände herzustellen. Ueber die bisherigen Erfahrungen in diesem Punkt wird eine ausführliche Veröffentlichung vorbereitet.

Die Zahl der zu prüfenden Widerstände, welche nach dem neuen Ohm abgeglichen sind, wird naturgemäss in der nächsten Zeit beträchtlich steigen. Um derartige Prüfungen rasch ausführen zu können, sind 11 nach dem neuen Ohm abgeglichene Einzelwiderstände und ein Präzisions-Widerstandskasten aus Manganin neu beschafft und zum Theil auch bereits untersucht worden.

c) Sonstige Arbeiten.

Die Untersuchung an Kundt'schen Widerständen, die aus einer auf Glas oder Porzellan eingebrannten Schicht von Platin oder einer Legirung dieses Metalls mit anderen Edelmetallen bestehen, wurde mit gutem Erfolg fortgesetzt. Die Konstanz der Widerstandswerthe ist nach den bisherigen Erfahrungen für Platin und eine Legirung mit einem Temperaturkoeffizienten von 0,06 % sehr befriedigend. Auch gelingt es, auf kleinem Flächenraum zu hohen Widerstandswerthen zu kommen, indem man in eine gleichmässig mit der Metallschicht überzogene Fläche auf der Drehbank mittels einer dünnen rotirenden Kupferscheibe eine grosse Anzahl flacher Einschnitte einschleift. Hierdurch wird gleichzeitig ein angenähertes Justiren der Widerstände auf einen bestimmten Betrag erreicht werden können.

Ferner sind Isolationsmessungen an einer grösseren Anzahl von Widerstandsrollen vorgenommen worden, nachdem die Spulen sich kürzere oder längere Zeit (bis zu zwei Monaten) in einer mit Feuchtigkeit gesättigten Atmosphäre befunden hatten. Der mit Seide umsponnene Draht jener Spulen war auf eine mit Seidenzeug beklebte Metallspule aufgewickelt und nach Ueberstreichen mit Schellacklösung scharf getrocknet worden. Die dabei ermittelten Ergebnisse sprechen sehr zu Gunsten von Schellack als Isolationsmittel.

Die Versuche über Herstellung grosser Drahtwiderstände, welche namentlich für starke Beanspruchung und für hochgespannte Ströme geeignet sein sollen, wurden mit gutem Erfolge fortgesetzt. Es zeigte sich hierbei, dass die gewählte Ausführung, welche im Wesentlichen in einem sehr feinen, auf Glimmer gewickelten blanken Blechstreifchen besteht, sich auch für die gewöhnlichen Widerstände der Rheostaten eignet. Namentlich besitzt sie einen entschiedenen Vorzug vor den bisher allgemein üblichen Widerstandsrollen da, wo eine grössere Wärmemenge in den betreffenden Widerständen entwickelt wird. Bevor jedoch diese Ausführung der Widerstände zur allgemeinen Benutzung empfohlen wird, soll noch eine längere Erfahrung abgewartet werden.

II. Magnetische Untersuchungen.

Eine Anzahl von Stahl- und Eisensorten sowie von Nickellegirungen waren zur Untersuchung ihrer magnetischen Eigenschaften eingesandt und wurden je nach ihrer Form mittels der magnetometrischen oder ballistischen Methode geprüft. Im Allgemeinen konnten diese Untersuchungen jedoch bisher nur so angestellt werden, dass die zu prüfenden Materialien mit anderen verglichen wurden, deren Eigenschaften bekannt waren; wurden aber die Angaben in absoluten Werthen gemacht, so konnte über die Genauigkeit derselben Näheres noch nicht ausgesagt werden.

Diesem Uebelstande soll durch eingehende Versuche abgeholfen werden, welche bereits in Angriff genommen, aber noch nicht abgeschlossen sind. Diese Versuche sind auch dadurch nothwendig geworden, dass einige Apparate eingesandt bezw. in Aussicht gestellt sind, die zur Prüfung der magnetischen Eigenschaften von Materialien dienen und deren Angaben durch die Reichsanstalt auf absolute Werthe zurückgeführt werden sollen, wodurch naturgemäss der Werth eines solchen Apparates bedeutend erhöht wird.

Veranlasst ist die Konstruktion derartiger Apparate dadurch, dass man die magnetischen Materialien in leicht herstellbaren Formen zu prüfen wünscht. Zur Erzielung genauer und besonders absoluter Werthe muss bis jetzt entweder das Material in einer Form zur Verfügung stehen, die nur mit grösseren Zeit- und Geldmitteln herstellbar ist (Ringe, Ellipsoide), oder es gehören komplizirte Einrichtungen dazu oder endlich die Räume, in welchen die Untersuchung angestellt wird, dürfen — was nur selten zu erreichen ist — starken magnetischen Störungen nicht ausgesetzt sein.

Nach Abschluss der erwähnten Versuche steht zu hoffen, dass die Prüfung magnetischer Materialien in grösserem Maassstabe möglich sein wird und dass diese Prüfungen unter die fortlaufenden Arbeiten aufgenommen werden können. Gleichzeitig soll durch diese Versuche darnach gestrebt werden, der Technik die Mittel an die Hand zu geben, um die Untersuchung magnetischer Materialien selbst ohne grossen Zeitaufwand und, wenn angängig, auch in absolutem Maasse auszuführen. (Forts. folgt.)

Ueber ein Interferenzrefraktometer.

Von

L. Mach in Prag.

Vor einiger Zeit habe ich mit dem von mir konstruirten und ausgeführten Interferenzrefraktometer eine Untersuchungsreihe abgeschlossen und darüber im *Anzeiger der Wiener Akademie* Bericht erstattet. Die Theorie und Anwendung des Apparates ist inzwischen ausführlicher in den *Sitzungsberichten vom 12. Oktober 1893* behandelt worden.[1]) Es sei mir nun an dieser Stelle gestattet, die hier seiner Zeit erschienene Beschreibung der mechanischen Einrichtung des Instrumentes etwas zu ergänzen.

Eine Unterstützung von Seiten der Akademie, die ich hier dankend hervorheben muss, ermöglichte es, den Apparat mit quadratischen Planplatten von 10 *cm* Seite und 15 *mm* Dicke und Glassilberspiegeln von entsprechender Grösse auszu-

[1]) Ueber ein Interferenzrefraktometer (II. Mittheilung) von Ludwig Mach *Bd. CII, Abth. II, v. Oktober 1893.*

statten. Die Herren Dr. Adolf und Dr. Rudolf Steinheil, welche die Anfertigung dieser ungewöhnlich grossen Gläser übernommen hatten, haben diese schwierige Aufgabe mit eben so grosser Umsicht als Sorgfalt gelöst, was um so mehr hervorgehoben zu werden verdient, als diese Platten die exakte Durchführung der Versuche erst möglich machten. Die oberflächliche Versilberung der Planspiegel habe ich mir selbst nach der Methode von Browning in London hergestellt. Diese Spiegel sind kurz nach ihrer Herstellung von ausgezeichneter Reinheit und Politur, leiden jedoch durch die mechanischen und chemischen Insulte der Versuche ganz erheblich. Nach dem Vorgange von Dr. O. Lohse in Potsdam verfertigte ich kleine Pappkästchen mit Einlagen von Filtrirpapier, das mit einer Bleiacetat-Lösung imprägnirt war. Nach jedem Versuche wurden dieselben über die Spiegel gestülpt, wodurch es mir gelang die Silberschicht durch länger als fünf Monate in recht gutem Zustande zu erhalten, obwohl der ganze Apparat während dieses Zeitraumes den Verbrennungsgasen von ungefähr 300 scharfen Militärpatronen (darunter auch solchen mit rauchschwachem Pulver) ausgesetzt war. Es dürfte sich empfehlen,

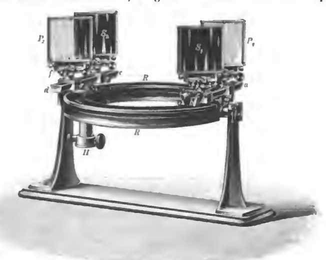


Fig. 1.

bei einer Neuausführung die Glassilberspiegel durch solche von Metall zu ersetzen. Leider ist ein Metallspiegel bedeutend theurer und besitzt die unvermeidlichen Poren, was bei einer eventuellen photographischen Aufnahme sehr unangenehm ist. Durch das Hinzukommen einer neuen Bewegung vermittels H und durch die Einführung der oben erwähnten neuen optischen Bestandtheile erhielt das Refraktometer die in Fig. 1 dargestellte Form. Die Platten und Spiegel wurden möglichst pressungsfrei in Aluminiumrahmen gefasst. Dieses letztere Metall wurde gewählt, um das ohnehin bedeutende Gewicht der Glasplatten nicht zu vermehren und so zu schädlichen Durchbiegungen der Prismen ab und cd Veranlassung zu geben. Das Einfassen selbst war eine ausserordentlich mühevolle und zeitraubende Arbeit. Mit Hilfe des Schabers wurden die auf die Plattendicke heruntergeschliffenen Rahmen innen so genau abgerichtet, dass die Planplatte in den auf dem Tische liegenden Rahmen langsam hineinsank. Im Uebrigen wurde die in der früheren Mittheilung beschriebene

Befestigungsart beibehalten. Die Gläser $P_1 S_1$, $P_2 S_2$ sind längs zweier Schienen *ab* und *cd* grob verschiebbar. Jede Platte kann um eine horizontale und vertikale Axe mikrometrisch gedreht werden, und S_1 ist auch noch längs *ab* mikrometrisch verschiebbar.

Die neue Bewegung (Fig. 2) gestattet das Plattenpaar $P_2 S_2$ um eine Axe *gh* zu drehen, die zu den Schleifflächen des Prismas *cd* parallel steht. Es ist nämlich das den vertikalen Drehungskegel K tragende Tischchen SS' in einem zweiten um die Axe *gh* drehbaren mit Hilfe des Metallkegels O befestigt. Unten trägt dieser Kegel eine glasharte plane Stahlplatte p, die mit Hilfe des Stiftes σ und der Panzerfeder F an die Mikrometerschraube M gedrückt wird. Federbüchse und Schraube sind mit Hilfe des Metallrohres N an dem Ringe $T\,T_1$ montirt. Durch Handhabung der Schraube M ist man (bei völliger Ausschliessung eines toten Ganges beim Wechsel des Drehungssinnes) im Stande, das ganze Plattenpaar leicht und sicher um die Axe *gh* zu drehen. Bezüglich der Wirkung dieser Bewegung auf das Streifensystem verweise ich auf die frühere Mittheilung.

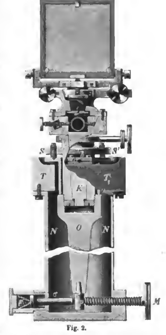


Fig. 2.

Die Schrauben, Kegelbewegungen und Gleitflächen der Schieber habe ich mir, wie ich in meiner früheren Abhandlung mittheilte, selbst unter Zuhilfenahme eigens dazu hergestellter Spezialwerkzeuge so vollkommen als möglich ausgeführt. Stellt man z. B. durch $P_1 S_1$ auf ein mehrere Kilometer entferntes Objekt ein, so darf bei Verschieben von S_1 längs *ab* die Kontur des Bildes nicht verschwemmen oder trübe werden, d. h. die zur Deckung gebrachten Bilder von $S_1 P_1$ dürfen nicht auseinanderweichen.

Zu den Mikrometerschrauben wurden die Steigungen $^1/_4$ bis $^7/_{40}$ *mm* verwendet, welche aber für den Gebrauch noch etwas zu grob sind. Aus diesem Grunde muss man sehr langsam und vorsichtig drehen, ohne einen Seitendruck auszuüben. Bei einer Neukonstruktion würde sich, wenn man die Komplikation nicht scheut, die Anwendung von Tangentialschrauben empfehlen. Auch die Erwärmung durch die angenäherte Hand macht sich bemerklich und man muss deshalb nach jeder Drehung und Entfernung der Hand die endliche Einstellung abwarten. Eine häufig bei der Justirung beobachtete Erscheinung besteht darin, dass nach der Drehung und Absetzung der Hand die Streifen eine Zeit lang noch in demselben Sinne sich spontan weiter bewegen. Es dürfte dies in dem Widerstande der Schmierung liegen, welche nur allmälig dem durch die Schraube erzeugten Druck nachgiebt. Zur Schraubenschmierung benutzte ich das von H. Moebius in Hannover dargestellte *Watch Oil*, welches der entsprechenden Marke von Ezra Kelley völlig ebenbürtig ist. Die grossen Kegel sind so genau gearbeitet, dass ebenfalls nur eine dünne Fettschicht zwischen den sich bewegenden Flächen Platz hat. Doch wurde, um ein Festsetzen derselben während der Versuche möglichst zu vermeiden,

ein sehr feines, jedoch etwas konsistenteres Fett von Martens in Freiberg verwendet, und es dürfte wohl in diesem Schmierungsmittel der Grund der obigen Erscheinung zu suchen sein. Auch wenn der Apparat nicht berührt wird, wandern die Streifen langsam bei Temperaturänderungen, kommen aber bei derselben Temperatur auch wieder in ihre frühere Lage zurück.

Nicht unbeträchtliche Schwierigkeiten bereitet die Montirung des Apparates. Das Vierplattensystem ist ausserordentlich empfindlich. Nicht nur hat wegen der weiten Trennung der interferirenden Bündel jeder Luftzug einen sehr störenden Einfluss, sondern die Streifen werden, wenn sie noch nicht vollkommen eingestellt oder noch matt sind, durch die leisen Erzitterungen des Apparates unsichtbar selbst dann, wenn derselbe mit Filzunterlage auf einen Stein gestellt, auf die Platten $P_1 S_1, P_2 S_2$ eine Dämpfung in Form eines mit sehr dichtem Flanell beklebten Holzrahmens aufgelegt, und zur Vermeidung von Luftzug die Heliostatenöffnung mit einem guten Spiegelglase verdeckt wird.

Hat man die Spiegel und Platten sicher eingefügt, die Bewegungen richtig geölt und durchgeprüft, was beiläufig gesagt eine eben so zeitraubende als mühevolle Arbeit ist, so kann man an die Justirung des Apparates gehen. Die Rahmen der Planplatten und Spiegel tragen an ihrem oberen Ende Kerner, die so orientirt sind, dass sie genau in die geometrische Axe derselben fallen. Man stellt die Platten mit Hilfe des Stangenzirkels möglichst genau in gleiche Distanzen von einander, und führt die Parallelstellung so durch, wie dies schon in der früheren Mittheilung erwähnt ist. Gewöhnlich werden nach der ersten Parallelstellung die mit dem Zirkel abgesteckten Distanzen nicht mehr genau stimmen, weshalb man nach einer entsprechenden Korrektion abermals eine Parallelstellung vornehmen muss. Bei der zweiten oder dritten Einstellung werden die Distanzen bei vollkommen parallel gestellten Platten genau stimmen. Die Parallelstellung einer Planplatte mit einem Spiegel, z. B. P_2 mit S_2, ist durch die verschiedene Intensität der Bilder ausserordentlich erschwert, und bei nicht sehr klarem Himmel kann in dem intensiven Lichte von S_2 das Bild von P_2 nur als ganz schwacher Schimmer wahrgenommen werden, und dies nur dann, wenn die Bilder beinahe zusammenfallen, man also der richtigen Einstellung sehr nahe ist. Es ist deshalb nöthig, die von S_2 P_2 herrührenden Lichtbündel auf annähernd gleiche Intensität zu bringen, was man dadurch erreicht, dass man den Silberspiegel mit einem schwarzen glanzlosen Papier theilweise abdeckt. Hat man dies gethan, so sieht man in dem nun schwach erleuchteten Feld (des Spiegels S_2) ein mattes Doppelbild, herrührend von den nicht absolut parallelen Planflächen der Platte P_2.

Nachdem man nun die Platten und Spiegel mit Hilfe des Fernrohres genau parallel gestellt hat, muss nun die Verschiebung von S_1 längs *ab* zur Vollendung der Justirung genügen, doch muss ich bezüglich der genaueren Ausführung dieses Gegenstandes auf die oben zitirte Abhandlung verweisen, in der auch eine Reihe von bequemen Hilfsmitteln zur Vollendung der Justirung angegeben sind.

Nur zwei einfache, zu dem mechanischen Theil des Apparates gehörige Hilfsmittel mögen hier noch Erwähnung finden. Es ist unumgänglich nöthig, die Richtung des grösseren Gangunterschiedes zu kennen, denn nur so kann man mit den Streifen sicher operiren, ohne Gefahr zu laufen, durch eine unrichtige Bewegung dieselben vollständig zu verlieren. Um nun den sehr theuren Kompensator zu vermeiden, verwende ich ein sehr dünnes, auf ein Hartgummirähmchen mit Kanadabalsam aufgespanntes Glimmerblatt, welches eine Verschiebung um einige Streifenbreiten bewirkt.

Oft steht auch das Streifensystem etwas schief und zwar so wenig, dass man bei einer Nachkorrektion mit der Schraube darüber hinausgeht und die Sache nur noch schlechter macht. In diesem Falle lege ich auf den 2 *cm* langen Balken *f* ein Gewicht von 0,25 bis 1,5 *g* und erziele durch die minimale Durchbiegung von *f* eine entsprechend geringe Drehung der Platte P_2 zwischen den Spitzen, welche zur Vollendung der Einstellung vollständig genügt.

Dieser letztere Umstand brachte mich auf den sehr naheliegenden Gedanken, einen kleinen Jamin'schen Interferenzapparat als kontrolirende Vorrichtung für Zentrirungen bei Theilmaschinen oder Drehungsaxen bei Messinstrumenten (z. B. Meridiankreisen) einzuführen. Einige bezügliche zu meiner persönlichen Orientirung unternommenen Tastversuche haben mir gezeigt, dass eine solche Vorrichtung gegenüber den üblichen einfachen und gekuppelten Fühlhebeln, Spiegelablesungen und Libellen den Vortheil einer eben so grossen Einfachheit als Genauigkeit gewähren würde. Man könnte aus der Grösse und Richtung der Streifenverschiebung Alles ersehen, würde die so sehr unbequemen langen Umsetzungen, Fernrohrablesungen und gerne am Glase hängen bleibenden Libellenblasen vermeiden, Uebelstände, die der feinmechanischen Welt nur zu gut bekannt sind.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Kolorimeter mit Lummer-Brodhun'schem Prismenpaar.

Von Dr. **Hugo Krüss** in Hamburg.

Im diesjährigen *Märzheft dieser Zeitschrift S. 102* wurde über eine Verwendung des Lummer-Brodhun'schen Prismenpaares zur Konstruktion eines Kolorimeters berichtet, wie ich solche in der *Zeitschrift für anorganische Chemie 5. S. 325 (1893)* beschrieben hatte Im *Juniheft dieser Zeitschrift S. 210* theilt nun Herr Dr. C. Pulfrich eine andere Anordnung mit, welche in der Werkstätte von Carl Zeiss in Jena ausgeführt wurde. Dieselbe hat den Vorzug der einfacheren Zusammensetzung, indem nur zwei Prismen in Anwendung kommen, die in der bekannten von Lummer und Brodhun angegebenen Weise mit einander verbunden werden, während bei der von mir beschriebenen Konstruktion vier Prismen angewendet werden.

Für letztere Anordnung sprach bei mir ein Umstand, der allerdings bis zu einem gewissen Grade als Geschmackssache bezeichnet werden kann. Ich wollte die Strahlen, die in senkrechter Richtung durch die beiden Flüssigkeitssäulen gehen, in derselben Richtung und zwar in der Mittellinie zwischen beiden Flüssigkeitssäulen, welche auch die Mittellinie des ganzen Instrumentes ist, austreten lassen, wodurch ein symmetrischer Aufbau des Apparates und eine grössere Uebersichtlichkeit bei der Handhabung desselben herbeigeführt wird.

Zum näheren Verständniss dieser sowie der folgenden Bemerkungen seien die beiden Anordnungen in schematischer Weise hier noch einmal vorgeführt. Fig. 1 ist die von Pulfrich, Fig. 2 die von mir beschriebene.

Gegen die Anordnung in Fig. 1 habe ich nun den Einwand zu erheben, dass die aus dem Flüssigkeitsgefäss G_1 kommenden Strahlen einen bedeutend längeren Weg durch die Glasmasse des parallelepipedisch geformten Prismas *P* zu machen haben als die aus dem Gefäss G_2 kommenden, welche nur durch das Reflexionsprisma *p* gehen. Nimmt man die Entfernung der Mitten der beiden Flüssigkeitsgefässe G_1 und G_2 von einander zu 5 *cm* an, so wird der Unterschied dieser Weglänge im Glase etwa 4 *cm* betragen. Es wird demzufolge das aus G_1 kommende Strahlenbüschel durch die stärkere Absorptionswirkung in der Glasmasse des Prismas *P* eine grössere Schwächung erfahren

als die ans G_2 kommenden Strahlen. Wenn Pulfrich sagt, dass durch geeignete Wahl der Länge des Prismas P die Anordnung jedem beliebigen Abstande der beiden Flüssigkeitsgefässe angepasst werden kann, so ist das richtig, aber jeder Entfernung wird dann ein der Länge des Prismas P entsprechender Lichtverlust zukommen.

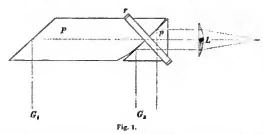


Fig. 1.

Demgegenüber hatte ich als Vortheil meiner Anordnung angesehen, dass dieselbe, so unsymmetrisch sie auf den ersten Blick aussieht, doch optisch vollkommen symmetrisch ist, indem die Weglängen, welche die Strahlen in den Glasprismen P_1 und P_2 zurücklegen, ganz die gleichen sind; ebenso ist die Anzahl der Reflexionen beiderseits die gleiche.

Was nun den Betrag der Schwächung des Lichtes in einer Glasschicht von ungefähr 4 *cm* anbelangt, so ist derselbe natürlich je nach der Art des angewandten Glases ein sehr verschiedener und man findet in der Literatur deshalb auch die allerverschiedensten Angaben.[1]) Ich habe in allerletzter Zeit die Grösse der Lichtabsorption in der sehr farblosen und durchsichtigen Masse des von Schott & Gen. in Jena gelieferten *Flintglases No. 36* bestimmt. Ich stellte zu diesem Zwecke aus einem und demselben Stücke zwei planparallele Platten her, deren eine 0,47 *cm*, deren andere 1,92 *mm* dick war. Diese beiden Platten brachte ich vor die beiden Seitenöffnungen eines Photometerkopfes nach Lummer und Brodhun; bei dieser Anordnung war der durch Reflexion an den Flächen der planparallelen Platten hervorgerufene Lichtverlust beiderseits der gleiche, so dass zum Ausdruck in der photometrischen Einstellung nur der Unterschied der Absorption in den beiden verschieden dicken Platten gelangte.

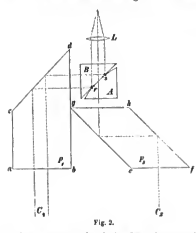


Fig. 2.

Es wurde nach der für solche und ähnliche Zwecke häufig benutzten Anordnung von einer ungefähr hinter der Mitte der Photometerbank aufgestellten Lichtquelle durch zwei an den beiden Enden der Photometerbank aufgestellte Spiegel Licht auf die beiden Seiten des Photometerschirmes geworfen. Die gemessenen Helligkeiten ohne Einschaltung der Glasplatten und mit Einschaltung derselben verhielten sich nun wie $1 : 0,974$.

Bezeichnet man nun den Absorptionskoeffizient für 1 *cm* Dicke der Glasmasse mit a, so ist also $a^{(1,92-0,47)} = a^{1,45} = 0,974$, also $a = 0,982$, und für eine Dicke der Glasmasse von 4 *cm*: $a^4 = 0,930$.

Es würde also unter Benutzung von *Flintglas No. 36* bei den von Pulfrich beschriebenen Anordnung des Kolorimeters bei einer Annahme der Entfernung der Mitten beider Glasgefässe von einander zu 5 *cm*, was der Praxis entspricht, in Folge der stärkeren Absorption im Prisma P ein Fehler von etwa 7 % entstehen. Nun ist es ja möglich, dass es Glasarten geben mag, welche weniger Licht absorbiren als *Flintglas No. 36*,

[1]) Eine Zusammenstellung derselben s. in G. u. H. Krüss, *Kolorimetrie* und *Quantitative Spektralanalyse.* L. Voss, Hamburg und Leipzig, 1891, *S. 226—263.*

etwa das in dem Verzeichniss von Schott & Gen. als ganz farblos bezeichnete *Kronglas No. 5*; ob aber der von mir hervorgehobene Umstand doch ganz zu vernachlässigen sein wird, möchte ich zunächst einmal bezweifeln.

Es kommt aber ein Weiteres hinzu. Die mir bekannten Untersuchungen über die Lichtabsorption im Glase von Vierordt[1]), Christie[2]), endlich von mir selbst[3]) zeigen übereinstimmend selbst bei als vollkommen farblos bezeichneten Glassorten eine bedeutende Zunahme des Lichtverlustes vom rothen nach dem violetten Ende des Spektrums.

Christie's Untersuchungen ergaben z. B. für den Absorptionskoeffizienten a (bezogen auf 1 *cm*) die Werthe:

	Roth	Grün	Blau
Flintglas	0,945	0,933	0,747
Kronglas	0,915	0,912	0,859

Aus meinen Messungen von einem möglichst weissen Flintglase ergab sich

für die Linien	C	D	E	F	G
	$a = 0,47$	0,96	0,95	0,89	0,86

Es würde also bei Benutzung der Pulfrich'schen Anordnung, wenn man den Reflexionsverlust in dem Prisma P rechnerisch berücksichtigen will, nothwendig sein, für verschieden gefärbte Lösungen einen verschiedenen Korrektionsfaktor in Rechnung zu ziehen, dessen Grösse gleichzeitig abhängig ist von den Absorptionsspektren des Glases, aus welchem das Prisma P besteht, und demjenigen der zu untersuchenden farbigen Lösung.

Deshalb wird es unter allen Umständen gerathener sein, für die aus den beiden Flüssigkeitssäulen kommenden Strahlen gleich lange Wege in den benutzten Reflexionsprismen herzustellen. Solches wäre bei der von Pulfrich beschriebenen Anordnung mit Leichtigkeit durch eine kleine Abänderung derselben auch zu erreichen, nämlich dadurch, dass man das Prisma p entsprechend nach unten verlängert. Die dann entstehende Kombination wird sehr viel Aehnlichkeit mit derjenigen eines Kolorimeters besitzen, welches ich im Jahre 1889 auf der Naturforscherversammlung ausstellte und vorführte, bei welchem auch nur zwei Reflexionsprismen benutzt waren, deren innere Endflächen nach der von Lummer und Brodhun angegebenen Art mit einander verbunden waren.

Charlottenburg, den 5. Juni 1894.

Bestimmungen für die Prüfung und Beglaubigung von Schrauben.[*])

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt — Abtheilung II — übernimmt die Prüfung und Beglaubigung von Schraubenspindeln nach Maassgabe folgender Bestimmungen:

§ 1.

Die Prüfung hat den Zweck, die Grössen des Durchmessers, der Ganghöhe und der Gewindeform von Schrauben, Gewindebohrern u. dergl. zu ermitteln. Bezieht sich dieselbe auf Musterspindeln, welche das in der Anlage beschriebene Normalgewinde für Befestigungsschrauben nach metrischem Maasse darstellen, so kann sie mit einer Beglaubigung verbunden werden.

Mutterkörper sind von der Beglaubigung ausgeschlossen.

[1]) *Die quantitative Spektralanalyse. 1876. S. 113.*

[2]) *Proc. Roy. Soc. 1877.*

[3]) *a. a. O. S. 255.*

[*]) *Central-Blatt f. d. Deutsche Reich. 1894. Nr. 26. S. 291.*

§ 2.

Musterspindeln, welche zur Beglaubigung eingereicht werden, müssen folgenden Bedingungen entsprechen:

1. Die Spindel soll aus gutem Stahl angefertigt, jedoch nicht gehärtet sein. Sie muss aus einem Stiel, einem das Gewinde darstellenden Theil (Bolzen) und einem zylindrischen glatten Fortsatze bestehen, dessen Durchmesser gleich dem des Gewindekerns ist. Hierzu kann noch ein zweiter zylindrischer glatter Fortsatz vom Durchmesser des Gewindes treten. Das Ganze muss aus einem Stück gearbeitet sein.
2. Der Stiel soll im Allgemeinen zylindrische Form haben, er kann geriffelt, genarbt u. s. w. sein und muss eine freie ebene Fläche für die Aufnahme des Beglaubigungsstempels besitzen, deren Abmessungen mindestens betragen:

Bei einem Bolzendurchmesser von	parallel zur Axe	senkrecht zur Axe
1 bis 3 *mm*	12 *mm*	2,5 *mm*
3,5 „ 5,5 „	15 „	4,5 „
6 „ 10 „	17 „	5,5 „
12 „ 24 „	20 „	7 „
26 „ 40 „	30 „	10 „

Durch diese Fläche darf der Stiel höchstens um ein Achtel seines Durchmessers geschwächt werden.

3. Der Bolzen muss mindestens 8 vollständig ausgebildete Gänge aufweisen.
4. Das Gewinde soll, sofern der Durchmesser des Bolzens nicht geringer ist als der des Stiels, von diesem durch eine Eindrehung getrennt sein.
5. Die Fortsätze müssen auf eine Länge von mindestens 3 *mm* genau zylindrisch sein; derjenige für den Gewindedurchmesser darf sich nicht unmittelbar an das Gewinde anschliessen, sondern muss durch eine Eindrehung, deren Breite ein bis zwei Ganghöhen beträgt, von demselben getrennt sein.

§ 3.

Die Prüfung erfolgt durch mikrometrische Messung oder durch Vergleichung mit den Normalien der Reichsanstalt.

Zur Beglaubigung ist Folgendes erforderlich:

1. Die Flanken des Gewindeprofils dürfen keine merkliche Abweichung von einer geraden Linie zeigen.
2. Die Breiten der Abflachung an der Spitze und am Boden des Profils sollen nicht erheblich von einander verschieden sein.
3. Die Ganghöhe darf im Mittel aus 10 Messungen an verschiedenen Stellen von ihrem Sollwerth höchstens um 0,002 *mm* abweichen.
4. Der Durchmesser des Bolzens, sowie der zylindrischen Fortsätze darf nicht grösser und höchstens um 0,03 *mm* kleiner sein als der Sollwerth; bei Schrauben von weniger als 2 *mm* Durchmesser beträgt diese Fehlergrenze nur 1,5 % des Sollwerthes.
5. Die Gangtiefe darf nicht kleiner und höchstens um 0,02 *mm* grösser sein als der Sollwerth.



§ 4.

Die Beglaubigung erfolgt durch Aufprägung eines Stempels, bestehend aus:
1. einem *M* zur Kennzeichnung des Gewindesystems (s. § 1),
2. einer laufenden Nummer,
3. dem Reichsadler.

§ 5.

Für jede beglaubigte Musterspindel wird ein „Beglaubigungsschein“ ausgestellt, welcher bekundet, dass sie die im § 2 und 3 enthaltenen Bedingungen erfüllt.

§ 6.

Werden Spindeln in Sätzen von mindestens 10 Stück mit systematisch abgestuften Durchmessern beglaubigt, so erhalten sie gleiche laufende Nummer und einen gemeinschaftlichen Beglaubigungsschein. Soll in diesem Falle ein etwa beschädigtes oder in Verlust gerathenes Stück durch ein neues mit derselben Nummer ersetzt werden, so ist dem Gesuch um Beglaubigung entweder das schadhafte Stück oder der Beglaubigungsschein für den ganzen Satz beizufügen.

§ 7.

An Gebühren werden erhoben:

A. für Prüfung und Beglaubigung
   1. einer Spindel mit einem Fortsatz . . . . 3,00 *M.*
   2. „ „ „ zwei Fortsätzen . . . . 3,50 „

B. Ergiebt die Prüfung, dass das betreffende Stück die Bedingungen des § 3 nicht hinreichend erfüllt und deshalb nicht beglaubigt werden kann, so werden die unter A angegebenen Gebühren je um 0,50 *M.* ermässigt erhoben. Dabei wird eine spezielle Angabe über die Grösse der gefundenen Abweichungen nicht gemacht.

C. Bei gleichzeitiger Einsendung ganzer Sätze von mindestens 10 Stück erniedrigen sich die Gebühren um je 15 %, bei Sätzen von mindestens 18 Stück um je 20 %; die letztere Ermässigung tritt auch ein, wenn 10 Gewinde von gleichen Abmessungen eingereicht werden.

D. Wenn die unter B erwähnte Angabe über die Grösse der gefundenen Abweichungen gewünscht wird, oder die Prüfung sich auf Schraubengewinde bezieht, bei welchen eine Beglaubigung von vornherein ausgeschlossen ist, werden die Gebühren nach Maassgabe der darauf verwendeten Arbeitszeit berechnet.

§ 8.

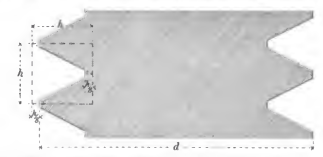
Vorstehende Bestimmungen treten an Stelle derjenigen vom 8. Mai 1893 (*Central-Blatt für das Deutsche Reich. 1893. S. 148*) am 1. Juli 1894 in Kraft.

In der Zeit bis zum 1. Oktober 1894 dürfen jedoch auch noch solche Gewindekörper beglaubigt werden, die den Bestimmungen vom 8. Mai 1893 entsprechen; auf dem zugehörigen Beglaubigungsscheine wird alsdann vermerkt, dass die Beglaubigung auf Grund des Absatzes 2 dieses Paragraphen erfolgt ist.

Physikalisch-Technische Reichsanstalt.
v. Helmholtz.

Anlage.

Beschreibung des Normalgewindes für Befestigungsschrauben nach metrischem Maasse.



Vorstehende Bestimmungen beziehen sich auf Gewinde, welche durch folgende Zahlenwerthe charakterisirt sind:

a) Gangform: Winkel = 53° 8′; Abflachung: je 1/8 der Ganghöhe innen und aussen.

b) Abmessungen:

Durchmesser *mm*	Ganghöhe *mm*	Kernstärke *mm*
1	0,25	0,625
1,2	0,25	0,825
1,4	0,3	0,95
1,7	0,35	1,175
2	0,4	1,4
2,3	0,4	1,7
2,6	0,45	1,925
3	0,5	2,25
3,5	0,6	2,6
4	0,7	2,95
4,5	0,75	3,375
5	0,8	3,8
5,5	0,9	4,15
6	1,0	4,5
7	1,1	5,35
8	1,2	6,2

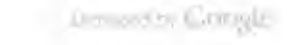
Durchmesser *mm*	Ganghöhe *mm*	Kernstärke *mm*
9	1,3	7,05
10	1,4	7,9
12	1,6	9,6
14	1,8	11,3
16	2,0	13,0
18	2,2	14,7
20	2,4	16,4
22	2,8	17,8
24	2,8	19,8
26	3,2	21,2
28	3,2	23,2
30	3,6	24,6
32	3,6	26,6
36	4,0	30,0
40	4,4	33,4

Anmerkung. Die Gewinde von 1 bis 10 *mm* Durchmesser sind auf dem Kongress in München im Dezember 1892 vereinbart, die Gewinde von 6 bis 40 *mm* Durchmesser sind vom Verein deutscher Ingenieure nach Beschluss seiner Generalversammlung zu Breslau im Jahre 1888 aufgestellt worden.

Erläuterungen.

Die Bestimmungen vom 8. Mai 1893 sind einer Umarbeitung unterzogen worden behufs Erweiterung derselben auf das vom Verein deutscher Ingenieure im Jahre 1888 aufgestellte Gewinde.

Bei den Verhandlungen, welche aus diesem Anlass mit den hervorragendsten Fabrikanten von Normalien geführt wurden, hat es sich als zweckmässig ergeben, von der Beglaubigung der Mutterkörper abzusehen, wofür die Reichsanstalt bereits auf dem Kongresse zu München eingetreten war und auch die bisherigen Erfahrungen sprechen. Einerseits kann nämlich die Untersuchung, ob ein Muttergewinde gut zu einem Bolzen passt, von jedem Sachverständigen ausgeführt werden und wird daher besser den Interessenten



überlassen, zumal hierdurch der Betrag des zulässigen Spiels dem Ermessen derselben anheimgestellt wird. Andererseits ist auf diese Weise die Möglichkeit geschaffen, die Muttern zu härten, worauf vielfach hohes Gewicht gelegt wird, während die Reichsanstalt nach wie vor an der Ansicht festhält, dass gehärtete Gegenstände sich wegen ihrer Veränderlichkeit zu einer Beglaubigung nicht eignen. Um aber dem Interessenten die Prüfung des Muttergewindes zu ermöglichen, musste der zylindrische Fortsatz für den inneren Durchmesser an der Spindel obligatorisch gemacht werden (§ 2, 1).

Durch das Fortfallen des Muttergewindes sind die Bestimmungen wesentlich vereinfacht worden; auch hat es sich vermeiden lassen, für die stärkeren Gewinde besondere Normen aufzustellen; vielmehr konnten die betreffenden Bestimmungen so gefasst werden, dass sie gleichzeitig für alle Gewinde gelten. Es war insbesondere nicht nöthig, für die grösseren Gewinde die früher festgesetzten Fehlergrenzen zu erweitern, da dieselben sich nach Ansicht der Fabrikanten leicht einhalten lassen; auf Wunsch der letzteren ist im § 3, 4 sogar eine theilweise etwas engere Fehlergrenze eingeführt worden.

Die Reichsanstalt hat ferner in ihren Bestimmungen nur diejenigen Minimalforderungen aufgestellt, welche zur Kontrole und Innehaltung der Normalität nothwendig und ausreichend sind; es bleibt dem freien Verkehr zwischen Fabrikanten und Abnehmern überlassen, anderweitige praktische und aesthetische Gesichtspunkte zur Geltung zu bringen. So sind z. B. 8 Gänge im § 2, 3 gefordert; ein Fabrikant, der auf dem Bolzen von 1 *mm* Durchmesser nur $8 \times 0{,}25 = 2$ *mm* Gewinde aufbringen wollte, würde für dieses praktisch wohl genügende, aber wenig zweckmässige Erzeugniss kaum einen Abnehmer finden. Aehnliches gilt von den Bestimmungen in § 2 Absatz 2 und 5.

Im Einzelnen ist noch Folgendes zu bemerken:

Als Material ist in § 2, 1 „guter Stahl“ gefordert, da eine Untersuchung über Qualität und Herkommen des Stahls unausführbar ist; zudem dürfte der Fabrikant, um Ausschuss zu vermeiden, ohnehin wohl nur besten Werkzeugstahl verwenden.

Ob die „systematische Abstufung“ des § 6 vorliegt, wird, wo dieselbe nicht durchaus ersichtlich ist, jedesmal vom Einsender zu begründen und von der Reichsanstalt zu entscheiden sein.

Die Gebührensätze des § 7 konnten wesentlich vereinfacht und ermässigt werden. Es sei an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen, dass § 7, D den Interessenten die Möglichkeit bietet, Gewinde jeder beliebigen Art bei der Reichsanstalt zur Prüfung einzureichen.

Zum Schluss werden aus den Erläuterungen zu den Bestimmungen vom 8. Mai 1893 noch diejenigen Stellen angeführt, welche auch für die vorliegenden Bestimmungen Giltigkeit behalten.

Auf dem internationalen Kongress zu München wurde beschlossen, dass zur Einführung und Aufrechterhaltung des festgesetzten Gewindes Normalien dienen sollen, deren Richtigkeit durch die Reichsanstalt beglaubigt wird. Als einzige zunächst in Betracht kommende Form solcher Normalien wurden Musterspindeln gewählt, welche das Gewinde vollkommen darstellen, aber nicht als Werkzeuge zur unmittelbaren Weitererzeugung derselben dienen, daher auch nicht gehärtet sein sollen.

Man ging hierbei von der Erwägung aus, dass, da jedes Werkzeug sich beim Gebrauch abnutze und zwar in dem hier vorliegenden Falle sehr rasch und in starkem Maasse, der eigentliche Zweck einer Beglaubigung — zu bekunden, dass der damit versehene Gegenstand bestimmt festgesetzte Fehlergrenzen innehalte und dieselben auch bei richtigem Gebrauche nicht überschreiten werde — ganz verloren gehen würde. Für solche wirklichen Werkzeuge, d. h. gehärtete Schraubenbohrer, sei eine Prüfung am Platze, welche den augenblicklichen Zustand zahlenmässig feststelle. Die beglaubigten ungehärteten Musterspindeln sollen nunmehr, indem sie als Prototype zur Vergleichung benutzt werden, wobei sie ihre Form nicht wesentlich verändern, auch solche zeitraubenden und darum kostspieligen Prüfungen entbehrlich machen und dadurch dem Fabrikanten ein einfaches und bequemes Hilfsmittel darbieten, für die Praxis hinreichend genaue Erzeugnisse her-

zustellen. So wird sich z. B die Richtigkeit eines wirklichen gehärteten Schraubenbohrers daran erkennen lassen, dass ein damit hergestelltes Muttergewinde auf die betreffende Musterspindel sich leicht und doch ohne merkliches Spiel aufschrauben lässt, und die Richtigkeit eines Schneideisens daran, dass die damit geschnittene Schraube in ein Muttergewinde ebensogut passt, wie die betreffende Musterspindel. —

Bezüglich der Festsetzungen über die zulässige Abweichung der Steigung soll die Vorschrift, wonach das Mittel aus zehn Messungen an verschiedenen Stellen der Beurtheilung zu Grunde zu legen ist, dem Umstande Rechnung tragen, dass bei einem sonst hinreichend guten Gewinde durch irgend eine leichte Beschädigung, vielleicht schon bei der Herstellung, an einzelnen Punkten etwas grössere Abweichungen vorhanden sein können, durch welche die Richtigkeit im Ganzen nicht beeinträchtigt wird. Hinsichtlich des inneren und äusseren Durchmessers bezw. der Gangtiefe wurde von der Erwägung ausgegangen, dass Gegenstand der fabrikmässigen Erzeugung stets nur das Bolzengewinde ist. Ein Bolzen ist aber, auch wenn sein Durchmesser etwas zu gering bezw. seine Gangtiefe etwas zu gross ist, noch in ein normales Muttergewinde einschraubbar und daher seinen Zweck zu erfüllen geeignet, im entgegengesetzten Falle aber nicht. Aus diesem Grunde sind die betreffenden Fehlergrenzen auch bei den Normalien in entsprechendem Sinne einseitig festgesetzt worden. Eine zahlenmässige Angabe über die zulässige Abweichung der Abflachung sowie des Gangformwinkels liess sich nicht wohl machen, weil das erstere dieser beiden Elemente seiner Natur nach etwas wenig scharf bestimmt ist, das andere bei der Herstellung der Musterspindeln zwar unter Anwendung geeigneter Hilfsmittel mit ziemlich grosser Genauigkeit richtig zu erhalten, aber durch Messung sehr schwer zu kontroliren ist, namentlich bei den kleineren Schrauben. Zum Ersatze hierfür sind die Bedingungen 1 und 2 des § 3 gestellt, von denen 2 bei nahe richtiger Gangtiefe eine hinreichende Kontrole für die Abflachung, 1 eine solche des Gangformwinkels abgiebt. —

Einen besonderen Gegenstand der Berathungen des genannten Kongresses bildeten die mehr nebensächlichen Abmessungen der Bolzenlänge, Kopfdurchmesser u. dergl. an fabrikationsweise hergestellten Schrauben für die Präzisionstechnik. Es wurde für zweckmässig erachtet, auch hier bestimmte Regeln zu schaffen, um damit einerseits — ähnlich wie im Maschinenbau — dem Konstrukteur einen Anhalt zu geben, andererseits dem Fabrikanten die Möglichkeit zu eröffnen, allgemein gebräuchliche Formen von Schrauben auf Vorrath anzufertigen. Die in dieser Beziehung von verschiedenen Seiten her gemachten Vorschläge wurden der Reichsanstalt als Material überwiesen mit dem Ersuchen, daraus die entsprechenden Normen in Gestalt einfacher Formeln abzuleiten.

Das Ergebniss dieser Arbeit wird im Folgenden mitgetheilt. Bezeichnet d den Durchmesser des Schraubenbolzens in Millimetern, so wird zweckmässig zu wählen sein:

Kopfdurchmesser für zylindrische und halbrunde Köpfe . $D = \frac{1}{3}(5d + 1)$,
mit Abrundung auf das nächste halbe oder ganze Millimeter, solange d grösser ist als 3.
„ für versenkte Köpfe . . . . $D_v = 2d$
Kopfhöhe für Schnittschrauben . . . . $h_s = 0{,}6\,D$
„ für Lochschrauben . . . . $h_l = 0{,}8\,D$
Versenkte Köpfe erhalten einen Versenkungswinkel von $90°$ und werden entweder auf der Stirnseite nach einer Kugelfläche vom Radius $2d$ gewölbt oder mit einem zylindrischen Aufsatz von $0{,}4\,d$ Höhe versehen.
Schnittbreite . . . . $b = 0{,}1\,d + 0{,}2$
Schnitttiefe . . . . $t = 0{,}5\,d + 0{,}3$
Lochdurchmesser . . . . $l = 0{,}35\,d + 0{,}45$
Gewindelänge . . . . $L = 3d + 1$
Halslänge verschieden, mit $0{,}5\,d$ beginnend, in Abstufungen nach ganzen Vielfachen von d, zusätzlich $0{,}5\,d$.

Folgende Tabelle enthält die aus obigen Formeln folgenden Werthe in passender Abrundung:

d mm	D mm	D_r mm	h_s mm	h_l mm	b mm	t mm	t mm	L mm
1	2,0	2,0	1,2	1,6	0,3	0,8	0,8	4
1,2	2,3	2,4	1,4	1,9	0,3	0,9	0,9	5
1,4	2,7	2,8	1,6	2,2	0,3	1,0	0,9	5
1,7	3,2	3,4	1,9	2,6	0,4	1,1	1,0	6
2	3,7	4,0	2,2	3,0	0,4	1,3	1,1	7
2,3	4,2	4,6	2,5	3,4	0,4	1,4	1,3	8
2,6	4,7	5,2	2,8	3,8	0,5	1,6	1,4	9
3	5,3	6	3,2	4,3	0,5	1,8	1,5	10
3,5	6,0	7	3,7	5,0	0,6	2,0	1,7	11
4	7,0	8	4,2	5,6	0,6	2,3	1,8	13
4,5	8,0	9	4,7	6,3	0,7	2,5	2,0	14
5	8,5	10	5,2	7,0	0,7	2,8	2,2	16
5,5	9,5	11	5,7	7,6	0,8	3,0	2,4	17
6	10,5	12	6,2	8,3	0,8	3,3	2,5	19
7	12,0	14	7,2	9,6	0,9	3,8	2,9	22
8	13,5	16	8,2	11,0	1,0	4,3	3,2	25
9	15,5	18	9,2	12,3	1,1	4,8	3,6	28
10	17,0	20	10,2	13,6	1,2	5,3	4,0	31

Schrauben über 10 *mm* Durchmesser gehören dem Gebiete des Maschinenbaues an; für ihre Nebenabmessungen greifen die dort gebräuchlichen Konstruktionsregeln Platz.

Referate.

Neues (transportables) Aktinometer.

Von O. Chwolson. *Wied. Ann. 51. S. 396. (1894).*

Bereits in unserem letzten Referate[1]) ist kurz darauf hingewiesen worden, wie Herr Chwolson in Fortsetzung seiner umfangreichen theoretischen und ausgezeichneten experimentellen aktinometrischen Studien in der von Knut Ångström s. Z. betretenen Richtung zur Lösung der wichtigen Aufgabe gelangte, ein transportables, ausserordentlich einfaches Aktinometer zu konstruiren, das zu genauen (relativen) Messungen über die Stärke der Sonnenstrahlung die beste Verwendung fand, und, was Sicherheit sowie Bequemlichkeit der Beobachtung und Genauigkeit der Resultate anbelangt, nicht Seinesgleichen hat. Das Wesentliche der Ångström'schen Methode besteht bekanntlich darin, dass man die Temperaturdifferenz zweier möglichst identischen Körper beobachtet, von denen abwechselnd der eine im Schatten, der andere in der Sonne sich befindet. Dabei kann man nun entweder nach Ångström die Zeiten messen, welche verfliessen, bis die anfängliche Temperaturdifferenz sich wieder herstellt und wobei die beiden Körper in Bezug auf höhere und niedere Temperatur ihre Rolle vertauschen (Methode der gleichen Temperaturdifferenzen), oder aber man kann, wie es Chwolson thut, die „Methode der gleichen Zeiten" in Anwendung bringen, die in der Beobachtung der in gleichen Zeiten entstehenden Aenderung der Temperaturdifferenz Θ zweier Körper besteht, von denen der am Anfang der Beobachtung wärmere sich im Schatten, der am Anfang kältere sich in der Sonne befindet.

Es sei die anfängliche Temperaturdifferenz zur Zeit $t = o$ gleich Θ_1, zur Zeit t gleich Θ_2 und zur Zeit $2t$ gleich $-\Theta_3$, wo Θ_3 eine positive Grösse ist;[2]) alsdann ergiebt

[1]) Vergl. *d. Zeitschrift 1894. S. 55.*

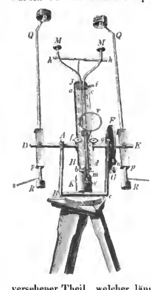
[2]) Wir stellen also die Bedingung, dass die Temperaturdifferenz Θ während der Beobachtung das Zeichen wechselt; ausserdem soll Θ_2 eine kleine positive oder negative Grösse sein und etwa 0°,4 nicht übersteigen.



die Theorie nach Chwolson, da es sich beim Aktinometer nur um relative Messungen der Radiation handelt, als Maass derselben sehr nahe die Grösse:

$$S = \frac{1}{t} \cdot \frac{\Theta_1 \Theta_3 + \Theta_2^2}{\Theta_1 + \Theta_3}.$$

Um dieses Maass zu erhalten, muss also die Temperaturdifferenz der beiden wechselweise exponirten Körper für drei äquidistante Zeitmomente bestimmt werden und Chwolson hat dieses Problem in aussergewöhnlich origineller und praktischer Weise ohne Zuhilfenahme irgendwelcher thermoelektrischer Vorrichtungen auf nachstehende Art gelöst: Es wurden für die beiden Körper, die sich abwechselnd im Schatten abkühlen und in der Sonne erwärmen und deren Temperaturdifferenz gemessen wird, die nach oben gerichteten Reservoire M zweier Quecksilberthermometer genommen (vergl. Fig.); diese Quecksilberreservoire (Entfernung 18 *cm*) sind flache Spiralen, welche zuerst versilbert und dann galvanoplastisch schwach verkupfert sind. Jede derselben befindet sich innerhalb eines dünnwandigen, aus zwei über einander geschraubten Hälften bestehenden Kupfergefässes von 35 *mm* äusserem Durchmesser und fast 7 *mm* Dicke; der übrige Hohlraum ist mit festgestampfter feinster Kupferbronze ausgefüllt und die nach oben gerichteten Reservoirflächen sind geschwärzt. Die Skalen der beiden Thermometer laufen parallel und liegen (in der Richtung der einfallenden Sonnenstrahlen) möglichst nahe beieinander (Entfernung etwa 3,5 *mm*). Die Thermometer sind auf der Messingplatte JH (36 *cm* lang und 52 *mm* breit) mittels zweier Messingstreifen ab und cd so montirt, dass sie mit Hilfe der zu kleinen Zahnrädern gehörigen Schraubenköpfe f und g in der Richtung ihrer Länge aneinander vorbei nach oben oder nach unten verschoben werden können. Zur Beobachtung der Temperaturdifferenz der beiden Thermometer dient ein beweglicher, mit Lupe r versehener Theil, welcher längs der Thermometerskalen durch die Schraube q verschoben wird; dieser bewegliche Theil trägt senkrecht zu den Skalen und möglichst nahe an denselben einen horizontalen, feinen schwarzen Draht, der fest an dem unter der Lupe r sichtbaren viereckigen Rahmen befestigt ist. Durch die grosse Lupe r übersieht man gleichzeitig den Draht und die Enden der beiden Quecksilberfäden. Während der Beobachtung sinkt das Ende des Quecksilberfadens bei dem bestrahlten, steigt das Ende bei dem beschatteten Thermometer. Wir verschieben nun beide Thermometer nach entgegengesetzten Richtungen so, dass die Enden der beiden Quecksilberfäden beständig dicht an dem Drahte bleiben. In dem gegebenen Moment, für welchen die Temperaturdifferenz bestimmt werden soll, hören wir mit dem Verschieben der Thermometer auf und lesen dann in aller Ruhe an dem Draht die beiden Temperaturen ab; auf diese Weise erhalten wir die gesuchte Differenz Θ. Der Querstab hh dient als Stütze für die Thermometer; K ist ein etwas seitwärts angebrachtes Gegengewicht für den auf einem soliden hölzernen Dreifusse azimuthal montirten Apparat. PP sind dreifache Aluminiumschirme; QR Stäbe (70,5 *cm* lang), welche vermittels kleiner Querstifte s um ihre eigene Axe gedreht werden können, wobei je zwei bei p befindliche Anschläge die Drehung begrenzen. Bei der in unserer Figur angegebenen Lage befindet sich das rechte Reservoir M im Schatten, das linke in der Sonne.



Man beginnt nun die Beobachtung damit, dass das eine Thermometer (beispielsweise das rechte) durch Wegdrehen des betreffenden Schirmes „vorgewärmt“ wird. Diese Vorwärmung beträgt bei sehr starker Radiation 3° bis 4°, bei schwächerer weniger; man

lernt es sehr schnell, die Grösse der nothwendigen Vorwärmung zu schätzen: sie muss so gewählt werden, dass $1^1/_2$ Minuten nach Umwechslung der Schirme die Differenz der Temperaturen beider Thermometer möglichst klein werde (0°,4 nicht übersteige). Ist die nöthige Vorwärmung erreicht und benutzt man etwa einen Sekundenzähler mit Zifferblatt, so legt man nun bei einer halben oder ganzen Minute die beiden Schirme um, bringt also das rechte, vorgewärmte Reservoir in den Schatten, das linke in die Sonne und folgt dann mit beiden Thermometern der Bewegung der *Hg*-Enden, welche sich am Schlusse der ersten halben Minute dicht an dem Drahte befinden müssen; jetzt wird die erste Ablesung der Temperaturdifferenz notirt, eine zweite nach Verlauf der ganzen Minute, die fünfte $2^1/_2$ Minuten nach dem Moment, wo die Schirme umgedreht wurden. Hat man fünf Ablesungen angeschrieben, so ist eine Messung beendigt und man kann sofort zu einer zweiten schreiten; die fünf Ablesungen geben ebensoviel Temperaturdifferenzen, die zeitlich je $^1/_2$ Minute von einander entfernten Momenten entsprechen. Die ersten zwei müssen hierbei das eine, die letzten zwei das entgegengesetzte Vorzeichen haben. Die fünf Temperaturdifferenzen liefern zwei, so gut wie völlig unabhängige Werthe der Radiation: den einen Werth erhält man aus der ersten, dritten und fünften, den zweiten aus der zweiten, dritten und vierten Temperaturdifferenz.

Wir führen folgende Bezeichnungen für die beobachteten Temperaturdifferenzen ein:

1te.	2te.	3te.	4te.	5te.
Θ_1		Θ_2		$-\Theta_3$
	ϑ_1	ϑ_2	$-\vartheta_3$	

Alle Θ und ϑ, ausser $\Theta_2 = \vartheta_2$ sind positive Grössen; die obige Formel giebt uns dann nachstehende zwei relative Werthe S_1 und S_2 für die Radiation:

$$S_1 = \frac{\Theta_1 \Theta_3 + \Theta_2^2}{\Theta_1 + \Theta_3}, \quad S_2 = 2\,\frac{\vartheta_1 \vartheta_3 + \vartheta_2^2}{\vartheta_1 + \vartheta_3}.$$

Beispielsweise wurde am 9. (21.) August 1892, Nachm. 5h folgende Messung gemacht:

Linkes Therm.	Rechtes Therm.	Differenzen		
21°,12	23°,24	2°,12	$\Theta_1 =$ 2°,12	
21,86	22,80	0,94		$\vartheta_1 =$ 0°,94
22,46	22,30	−0,16	$\Theta_2 = -0,16$	$\vartheta_2 = -0,16$
22,97	21,88	−1,09		$\vartheta_3 =$ 1,09
23,68	21,70	−1,98	$\Theta_3 =$ 1,98	

woraus $S_1 = 1{,}030$ $S_2 = 1{,}034$.

Die Differenz beträgt nur 0,4%; die Bedingung, dass $S_1 = S_2$, liefert also ein vorzügliches Mittel, sowohl die Anwendbarkeit der Chwolson'schen Theorie im allgemeinen, als auch die Güte jeder einzelnen Messung zu prüfen. *J. M.*

Eine bequeme Form der Fallrinne.

Von Prof. Dr. Walter König. *Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr. 7. S. 4. (1893).*

Die vorgeschlagene Anordnung hat vor der üblichen Form den Vortheil, dass sie in Theile zerlegbar ist, die nicht länger als 1 *m* sind und sich leicht und sicher zusammenfügen und wieder auseinandernehmen lassen, und dass sie so aufgestellt werden kann, dass nur die eine Hälfte schräg liegt, während die andere in waagerechter Lage daran stösst. Bei dieser Anordnung lassen sich alle Fallgesetze mit der Fallrinne ebensogut wie mit der Atwood'schen Fallmaschine nachweisen.

Die Fallrinne wird von zwei starkwandigen Messingröhren gebildet, deren äusserer Durchmesser 9 *mm* beträgt und deren Axen in 3 *cm* Abstand einander parallel laufen. Diese Röhren sind aus Stücken von 1 *m* Länge zusammengesetzt. Je zwei nebeneinanderliegende Röhrenstücke sind durch drei Querbänder aus steifem Messingblech, auf die sie aufgelöthet sind, in dem angegebenen Abstande fest miteinander verbunden. Um diese

Stücke scharf aneinander setzen zu können, sind in die Röhren an einem Ende kurze Stücke eines gerade hineinpassenden Rohres zur Hälfte eingeschoben und innen festgelöthet (Fig. 1). Auf die herausragenden Theile dieser Rohrstücke werden die freien Enden des nächsten Theils der Fallrinne bis zur völligen Berührung der äusseren Röhren aufgeschoben. In dieser Weise kann aus vier Theilen von 1 *m* Länge und einem weiteren Ansatz von 40 *cm* eine Fallrinne von 4,40 *m* zusammengesetzt werden. Um sie unter passender Neigung (etwa 4°) aufzustellen, werden auf dem Versuchstisch in Abständen von 1 *m* parallelepipedische Holzklötze von 7, 14 und 21 *cm* Höhe aufgestellt (Fig. 2a) und die Rinne so darübergelegt, dass ihr unteres Ende auf dem Tische liegt und die Klötze die Röhren in den Punkten, wo sie zusammengesetzt sind, unterstützen. Um das Gesetz von der Konstanz der Beschleunigung zu zeigen, wird die Rinne getheilt (Fig. 2b); die eine Hälfte wird auf 3 Klötze von 7 *cm* Höhe waagerecht, die andere wie vorher mittels der höheren Klötze derart schräg gestellt, dass beide Theile mit ihren Enden auf dem mittelsten Klotze scharf aneinander stossen. Befestigt man diese Enden mit etwas Wachs auf dem Klotze und sorgt man, wenn nöthig durch Unterlegen eines dünnen Plättchens dafür, dass der schräge Theil mit dem waagerechten genau in den oberen Flächen der Röhren zusammenstossen, so vollzieht sich der Uebergang der herabrollenden Kugel von dem schrägen Theile auf den waagerechten ohne wesentlichen Arbeitsverlust. *H. H.-M.*

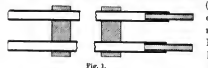


Fig. 1.

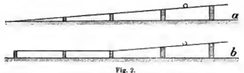


Fig. 2.

Einiges über Photometrie.

Von Silvanus P. Thompson. *Phil. Mag. (V.) 36. S. 120. (1893).*

Das vom Verfasser angegebene Photometer besteht aus zwei schräg gestellten Schirmen, die auf einem Holzkeil befestigt sind (Fig. 1). Die zu vergleichenden Lichtquellen beleuchten unter gleichem Winkel je einen Schirm, während sich das Auge des Beobachters gegenüber der Kante befindet. Wenn diese Kante nicht sehr sorgfältig gearbeitet ist, so wird die Einstellung auf gleiche Helligkeit der beiden Schirme unsicher, da dieselben dann durch eine Trennungslinie unterbrochen erscheinen. Zur Vermeidung dieses Fehlers sind die Schirme in der aus Fig. 2 ersichtlichen Weise zum Theil über die Kante hinaus fortgesetzt. Zur Erhöhung der Empfindlichkeit der Einstellung versucht Verf. ein Photometer mit periodisch schwankender Lichtintensität herzustellen, doch sind die Versuche darüber noch nicht abgeschlossen. Im letzten Theil der Abhandlung schlägt Verf. eine neue Lichteinheit vor; das von der positiven Kohle des elektrischen Lichtbogens ausgestrahlte Licht soll eine so grosse Konstanz besitzen, dass es sich zu einer Lichteinheit eignet. (Dieselbe Einheit wurde gleichzeitig in Frankreich von Blondel vorgeschlagen.) Es sei hierzu bemerkt, dass man neuerdings in Deutschland in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt mit sehr gutem Erfolg als Lichteinheit ein glühendes Platinblech gewählt hat, das auf bolometrischem Wege stets auf dieselbe Temperatur gebracht werden kann. (Vgl. Lummer und Kurlbaum, *Berl. Sitzungsberichte 1894, 1. März*).

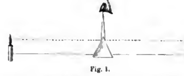


Fig. 1.

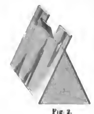


Fig. 2.

Diese Einheit ist mit einer Genauigkeit von etwa 1 % reproduzirbar, während bei den anderen vorgeschlagenen Lichteinheiten (Violle'sche, Siemens'sche Einheit, u. s. w.) eine viel grössere Unsicherheit besteht. *W. J.*

Ein hydrostatischer Apparat.

Von G. Recknagel. *Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr.* **7.** *S. 7. (1893).*

Die Einrichtung des Apparates ist aus Fig. 1 ersichtlich: Auf den Metalldeckel eines starkwandigen Glasgefässes C sind zwei mit Flanschen versehene Messingröhren aufgeschraubt. Die zwischen Deckel und Flanschen liegenden Lederringe machen den Verschluss wasserdicht. In die Messingröhren f und F, von denen die eine 10 *mm* und die andere 20 *mm* lichten Durchmesser hat, sind massive Messingzylinder von 40 *mm* Länge eingeschliffen. In jeden der beiden massiven Zylinder ist ein starker Draht eingesetzt, auf welchen eine ebene Platte aufgeschraubt werden kann. Es dienen hierzu zwei gleich dicke Messingplatten, von welchen die eine (A) 50 *mm* und die andere (B) 100 *mm* Durchmesser hat. Füllt man den Apparat vollständig mit destillirtem Wasser, so kann man durch Aufsetzen geeigneter Gewichte auf die Platten A und B den Satz von Stevin induziren. Der Apparat ist zugleich ein Modell der hydraulischen Presse und kann auch zur Erläuterung des Energieprinzips benutzt werden. Es lässt sich ferner mit ihm die Zusammendrückbarkeit der Flüssigkeiten nachweisen. Zu diesem Zwecke führt man in das Glasgefäss durch die Oeffnung D ein Piëzometer (Fig. 2) ein. Es besteht aus einem Glasfläschchen (von ungefähr 100 *ccm* Inhalt), in dessen Hals eine mit Millimetertheilung versehene Thermometerröhre eingeschliffen ist. Das obere Ende der Röhre ist zu einem Näpfchen erweitert. Füllt man das Glasfläschchen ganz mit destillirtem Wasser und führt dann die eingeschliffene Röhre ein, so steigt in dieser das Wasser bis zu dem Näpfchen empor. Das Näpfchen selbst wird nun mit Quecksilber gefüllt und der so zusammengestellte Apparat mittels eines Drahtgestells durch die Oeffnung D in das grosse Glasgefäss eingeführt. Letzteres wird nun ebenfalls mit destillirtem Wasser gefüllt und die Platte B mit einem Gewichtstein von mindestens 2 *kg* belastet. Durch Auflegen von Gewichten auf die Platte A wird das Wasser zusammengedrückt und aus der Veränderung des Quecksilberfadens im Piëzometer die Raumabnahme, welche durch die Druckzunahme von 1 kg/cm^2 bewirkt wird, hergeleitet. Die mit dem Piëzometer gefundenen Werthe sind durchaus befriedigend und weichen von dem bekannten Werthe des Kompressibilitätskoeffizienten $5 \cdot 10^{-5}$ nicht wesentlich ab. Der Apparat wird von Hermann Köpping in Nürnberg ausgeführt und kostet ohne die aufzulegenden Gewichtsteine und das Piëzometer 50 M., 20 Gewichtsteine zu 50 *g* mit 2 Haltern (nach Beetz) 18 M., das Piëzometer 6 M. *H. H.-M.*

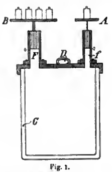


Fig. 1.

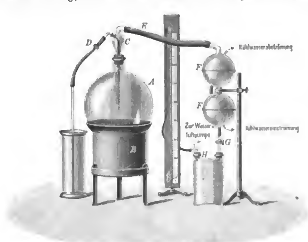
Fig. 2.

Vakuum-Verdampfapparat für Laboratoriumszwecke.

Von Soxhlet. *Chem. Ztg.* **18.** *S. 721. (1894).*

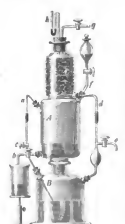
Die Vorzüge des Versiedens grösserer Flüssigkeitsmengen bei vermindertem Druck liegen in einer grösseren Abdampfgeschwindigkeit und in der Vermeidung von Zersetzungen, die empfindliche Lösungen beim Abdampfen unter Atmosphärendruck leicht erleiden. Diese in der Technik längst gewürdigten Vortheile gestattet der umstehend abgebildete Apparat auch für die Zwecke des Laboratoriums benutzbar zu machen. Auf dem kupfernen Wasserbad B steht der Glaskloben A, dessen Hals zur Verhütung des Ueberschleuderns den Trichter

C trägt. Der durch eine Spiraleinlage versteifte Gummischlauch *E* führt die Dämpfe zur Kühlvorrichtung, die aus zwei Soxhlet'schen Kugelkühlern zusammengesetzt ist. Die kondensirte Flüssigkeit fliesst durch das Hahnrohr *G* in die Woulf'sche Flasche *H*, deren zweiter Tubus zu einer gut wirkenden Wasserstrahlluftpumpe führt und ausserdem mit einem Manometer in Verbindung steht. Nachdem der Apparat evakuirt und auf seine Dichtheit geprüft ist, lässt man die zu versiedende Flüssigkeit aus dem als Vorrathsgefäss dienenden Zylinder durch das Rohr *D* in den Kolben treten, und sorgt, nachdem das Sieden eingetreten ist, durch Regulirung des Quetschhahnes *D* dafür, dass immer soviel Flüssigkeit zufliesst, als durch Abdestilliren entfernt wird. *Fm.*



Ein neuer Gasentwicklungsapparat.

Von C. Mitus. *Chem. Ztg.* **18.** *S. 314.* *(1894).*



Der neue Apparat ist so konstruirt, dass er das Wasch- und Trockengefäss mit dem Gasentwickler in ein Ganzes vereinigt. Diesem Vorzug steht der Nachtheil gegenüber, dass man bei der Benutzung drei Hähne zu reguliren hat, statt des einen beim Kipp'schen Apparat. Der neue Apparat hat drei Haupttheile, das Entwicklungsgefäss *A*, die Waschflasche *B*, die mit *A* durch einen Schliff verbunden ist, und das Trockengefäss *C*. Der Säurezufluss geschieht durch den Scheidetrichter *f*, der Abfluss der gesättigten Salzlösung durch das Rohr *b*. Das in *A* entwickelte Gas tritt durch *a* und *c* in die Waschflasche *B*, steigt von dort durch das Rohr *d* in die Trockenvorrichtung *C* und wird von da aus durch Rohr *g* der Verwendungsstelle zugeleitet. Der Verfasser nimmt für seine Konstruktion alle Vorzüge des Apparates von de Koninck (*d. Zeitschr. 1894. S. 57*) in Anspruch. *Fm.*

Vorrichtung zur Verhütung des Siedeverzuges.

Von V. Gernhardt. *Ber. d. d. chem. Ges.* **27.** *S. 964.* *(1894).*

Beckmann hatte, um das Stossen beim Sieden zu vermeiden, vorgeschlagen, mitten in den Boden des Siedegefässes ein kurzes Stück starken Platindrahtes mittels rothen Einschmelzglases einzulassen. Der Verfasser findet, dass ein Zäpfchen des rothen Glases für sich allein den Siedeverzug ebenso gut verhindert, wie ein Platinstift, dabei aber den Vorzug der Billigkeit und grösseren Sicherheit gegen Zerspringen besitzt. *Fm.*

Neu erschienene Bücher.

Formeln und Hilfstafeln für geographische Ortsbestimmungen. Von Professor Dr. Th. Albrecht. Dritte umgearbeitete und vermehrte Auflage. 344 S. Leipzig, W. Engelmann. M. 17,00, geb. M. 19,00.

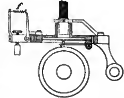
Wenn von einem Werke, wie dem vorliegenden, das ein verhältnissmässig eng umgrenztes Fachgebiet umfasst, die dritte wesentlich umgearbeitete und vermehrte Auflage nothwendig wird, so spricht dies von vornherein nicht allein für die günstige Aufnahme, welche das Werk seitens der Fachkreise gefunden hat, sondern auch für das ernste Bestreben des Verfassers, sein Buch auf der Höhe der wissenschaftlichen und praktischen Anforderungen zu erhalten. In der That zeigt die neue Auflage nicht allein wesentliche theoretische Bereicherungen des ersten Theiles, Formeln und Anleitung, u. A. mit Rücksicht auf Helmert's *Mathematische und physikalische Theorie der höheren Geodäsie*, sondern hat auch umfangreiche Vermehrungen und praktische Verbesserungen in dem zweiten Theile, in den Hilfstafeln, erfahren, deren Zahl jetzt 48 beträgt. Dem dritten Theile, Erläuterungen zu den Tafeln, ist eine kurze Anleitung über den bequemsten Gebrauch der Tafeln beigefügt worden.

Die typographische Anordnung und Ausführung ist musterhaft. Die Korrektheit der Formeln und Tafeln braucht bei der bekannten Sorgfalt des Verfassers nicht besonders hervorgehoben zu werden.

Das Werk muss daher noch mehr wie die früheren Auflagen nicht nur von Astronomen und Geodäten warm begrüsst werden, sondern es ist auch für Forschungsreisende ein unentbehrliches Handbuch und es wird endlich für alle diejenigen Mechaniker ein nothwendiges Hilfsmittel bilden, welche sich von der Güte und praktischen Brauchbarkeit ihrer Instrumente selbst überzeugen wollen. *W.*

Patentschau.

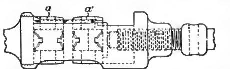
Phonograph mit drehbarer Aufhängung des Diaphragmarahmens am Instrumentengestell. Von Edison United Phonograph Company in New-York. Vom 9. September 1891. No. 68913. Kl. 42.



Damit die Unregelmässigkeiten der Phonogrammzylinderfläche ohne Einfluss auf die Arbeitsvorrichtung des Instruments bleiben, wird das Instrument an einer Seite mit seinem Gestell drehbar so verbunden, dass es nach aufwärts nachgeben kann. Zugleich wird das Instrument durch den Zug der seinem Gewicht entgegenwirkenden Feder *f* so ausbalanzirt, dass es sich nur mit schwachem Drucke gegen die Phonogrammzylinderfläche stützt.

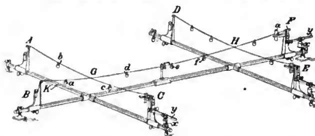
Gewindeschneidkluppe. Von Ibach & Co. in Remscheid-Vieringhausen. Vom 27. August 1892. No. 69169. Kl. 49.

Die Backen *a* und *a'* der Gewindeschneidkluppe sind rohrförmig gebildet und haben an den beiden Kopfseiten die Gewinde eingeschnitten. Jedes Gewinde ist entweder so ausgearbeitet, dass es den anzuschneidenden Gegenstand an der einen Seite der Rohrwand verschneidet und an der gegenüberliegenden, mit gleichem und übereinstimmendem Gewinde versehenen Rohrwandung nach oder fertig schneidet, oder so, dass die eine Seite der Rohrwandung anstatt des vorschneidenden Gewindes als glatte Führung für den anzuschneidenden Gegenstand ausgearbeitet ist. Letzterenfalls wird derselbe allein von dem entsprechend ausgearbeiteten Gewinde der gegenüberliegenden Rohrwandung fertig geschnitten.



Verfahren zur Bestimmung von Querschnitt, Spannungsverlust und Belastung eines Leitungsnetzes auf mechanischem Wege. Von H. Helberger in München. Vom 5. April 1892. No. 68918. Kl. 21.

Die in der aus der Figur ersichtlichen Weise gespannten Schnüre entsprechen den Leitungen eines Vertheilungsnetzes. $AB \ldots F$ sind Energie-Speisepunkte, GH sind Kreuzungsstellen. Die Punkte $a\,b\,c\,d\,e$ u. s. w. bezeichnen Entnahmestellen, deren Energiebedarf durch ein auf eine bestimmte Einheit bezogenes Gewicht zum Ausdruck gebracht wird. Der Durchgang der Fäden ist nun proportional dem in den betreffenden Leitungen entstehenden Spannungsverlust. Ist der Spannungsverlust gegeben, so verschiebt man das Gewicht x bei CEF auf dem Hebelarm y, bis der gewünschte Durchgang erreicht ist. Die nach entsprechender Aichung unmittelbar abzulesende Grösse der Verschiebung ergiebt alsdann den Leitungsquerschnitt, welcher dem angenommenen Spannungsverlust entspricht, und der Abgangswinkel des Fadens vom Ständer, also der Winkel des Fadens mit der Waagerechten, ist proportional der Belastung des Ständers, d. i. des Speisepunktes. Diese Grösse wird durch die Vorrichtung K unmittelbar abgelesen.



Man kann demnach nach diesem Verfahren, wie eben beschrieben, entweder bei bestimmter Belastung und bei bestimmtem Verlust die Abmessungen der Leiter finden, oder bei bestimmtem Querschnitt und bestimmtem Verlust die zulässige Belastung oder endlich bei bestimmtem Querschnitt und bestimmter Belastung den entstehenden Verlust.

Gesprächszeitzähler für Fernsprechstellen. Von Siemens & Halske in Berlin. Vom 24. April 1892. No. 68919. Kl. 21.

Dieser Gesprächszeitzähler besitzt eine springende Aus- und Einlösevorrichtung des Uhrwerks. Dieselbe besteht aus der Springfeder F, welche durch die Stösser S' und S und den Hebel H derart mit dem Hebel H' verbunden ist, dass beim Abhängen des Fernhörers die Stange p und mithin das Pendel P (oder eine Unruhe) durch Vermittlung der Hebel L und der Federn f' und f (Fig. 3) bei vollem Schwingungsausschlage angehalten wird.

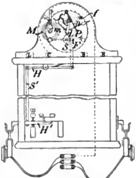


Fig. 1.

Ferner ist eine Vorrichtung angeordnet, durch welche die Weiterbenutzung der Fernsprechstelle nach Ablauf des Uhrwerks verhindert wird (Fig. 2). Auf dem Federgehäuse G der Uhr ist ein Gewinde aufgeschnitten, auf welchem der Mutterring M sitzt, der von dem auf der Federhausaxe befestigten Mitnehmer mitgenommen wird. Beim Aufziehen der Feder schraubt sich der Ring M auf das Federgehäuse G auf. Beim Gange der Uhr aber schraubt sich derselbe mehr und mehr vom Gehäuse G ab, bis kurz vor Stillstand der Uhr der Vorsprung v des Mutterringes die Stromschlussfeder c' von derjenigen c mittels des isolirten Stiftes i abhebt und hierdurch den Sprechstromkreis unterbricht.



Fig. 2. Fig. 3.

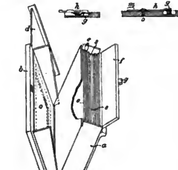
Vorrichtung zum Projiziren von Lichtgebilden auf einen entfernten unregelmässig geformten Hintergrund. Von A. Wetzel in Görlitz. Vom 2. Oktober 1892. No. 69119. Kl. 42.

Diese Vorrichtung besteht aus teleskopartig verstellbaren Lichtwerfern mit je einer Lichtquelle und einem Hohlspiegel. Die Lichtwerfer sind drehbar in einem Schwingrahmen aufgehängt, der selbst auch derart verstellbar in einem Rahmenwerk lagert, dass die Lichtwerfer, vor deren Linsen in Schiebern gehaltene Transparente gesetzt werden, nach jeder beliebigen Richtung hin eingestellt we

Zirkelgelenk. Von Georg Schönner in Nürnberg. (Zus. z. Pat. No. 44741.) Vom 28. August 1892. No. 69027. Kl. 42.

Um das durch Patent No. 44741 geschützte Zirkelgelenk, namentlich für Zirkel mit Mittelgang verwenden zu können, ist die Kugel- oder Kegelfläche, über welcher die Drehung der Schenkel stattfindet, als Oberfläche eines auf dem Bolzen *c* der Verbindungsschraube sitzenden Ansatzes *f* gebildet, welcher in einer entsprechend geformten Vertiefung des Mittellappens *a* eingreift.

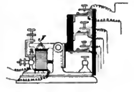




Magazinkassette für Häute (Films). Von R. Schreiner in Berlin. Vom 20. Mai 1892. No. 69102. Kl. 57.

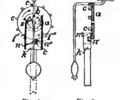
Die Häute *e* befinden sich in dem durch Scheidewand *s* getheilten Magazin *a*. Dieses ist scharnierartig verbunden mit dem den Schieber *d* und die Glasscheibe *c* tragenden Rahmen *b*. Ein lichtdichter Sack vereinigt Rahmen mit Magazin. Der Klappdeckel *f* des Behälters *a* trägt einen Haken *g*, der beim Andrücken des Rahmens an das Magazin in ersteren eingreift, und der durch den um *o* drehbaren Hebel *h* in der Weise gelöst und zum Eingriff gebracht wird, dass der Hebel mittels seines Griffes *m* seitwärts auf Anläufe des um eine Mittelaxe drehbaren Hakens *g* geschoben wird. — Das Wechseln der Häute geschieht unter einem lichtdichten Sack, indem man den Rahmen aufklappt und zwischen diesen und das Magazin eine Haut einlegt.

Elektrischer Zeitregler. Von W. F. Gardner in Washington, D. C. Vom 9. August 1892. No. 68736. Kl. 83.



Die Hauptuhr ist mit einem selbthätigen Zeitübertrager versehen, der in einem Ortsstromkreis liegt und einen in einem zweiten Ortsstromkreis liegenden Vielfachstromschliesser *J* in Thätigkeit versetzt, wodurch in mehreren Aussenleitungen, wie Uhren-, Telegraphen-, Telephon- und dergl. Leitungen eine Anzahl von vorherbestimmten Zeitregelungsströmen gleichzeitig abgegeben wird. Diese Ströme werden durch Vermittlung von Stromschaltern zunächst durch Anrufvorrichtungen, wie Klopfer, Telephon und dergl., und dann behufs der Regelung durch die zu regelnden Uhren oder andere Zeitangeber geleitet. Aehnliche Vielfachstromschliesser können auch auf den Empfangsuhrenstationen angeordnet sein, um die Stromkreise sämmtlicher Uhren dieser Station gleichzeitig zu schliessen. Die Patentschrift beschreibt auch eine Vorrichtung zur Prüfung der Leitungen.

Gesprächszeitzähler. Von Firma Siemens & Halske in Berlin. Vom 9. September 1892. No. 68877. Kl. 21.


Fig. 1. Fig. 2.

Bei diesem Gesprächszeitzähler für Fernsprechstellen wird die Auslösung und die Feststellung des Laufwerks folgendermaassen bewirkt. Ein Sperrrad *z* wird durch die Schaltfedern *f'* und *f''* eines mit dem Umschalthaken in Verbindung gesetzten Kopfes *k* bei jedem Ab- und Anhängen des Fernhörers um je einen Zahn in einer Richtung gedreht. Es ist durch eine Spiralfeder *b* mit einem Rad *a* verkuppelt, dessen Vorsprünge c aus der in Fig. 2 ersichtlichen Weise theils mit dem Pendel des Laufwerks, theils mit Nasen *n' n''* am Kopf *k* zum Eingriff kommen. So kann das Rad *a* zwei Lagen einnehmen, in deren einer es das Pendel festhält, in deren zweiter es dasselbe freilässt. Der Uebergang von einer Lage in die andere erfolgt sprungweise; dem Pendel wird beim Freilassen seitens des Rades *a* ein Anstoss ertheilt.

Für die Werkstatt.

Nullenzirkel mit Präzisionseinstellung. Mitgetheilt von K. Friedrich.

Unter dem Namen „Gloria“ Punktir-Nullenzirkel mit Präzisionseinstellung (D. R.-G.-M. Nr. 19405) wird von der Nürnberger Reisszeugfabrik J. L. Pröbster's Sohn ein Nullenzirkel hergestellt, der den z. Z. in Gebrauch befindlichen gegenüber gewisse Vortheile hat.

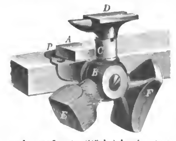


Bei den gewöhnlichen Nullenzirkeln ist der Ziehfeder- oder Bleistifteinsatz an einer Plattenfeder angebracht, welche mit dem feststehenden Schenkel durch Schraube verbunden ist. Eine gelenkig mit dem Ziehfedereinsatz verbundene Schraube geht etwa in der Mitte zwischen der Fussspitze und der Verschraubung der Plattenfeder mit dem feststehenden Schenkel durch diesen und gestattet mittels einer Rändelmutter die Schenkel zu öffnen bezw. einander zu nähern. Dabei verändert die Ziehfeder stetig ihre Richtung zu dem feststehenden Schenkel und damit auch die Strichstärke und Sicherheit des Ausfliessens der Tusche.

Bei der vorliegenden Neuerung ist dieser Uebelstand in naheliegender Weise dadurch vermieden, dass die Ziehfeder parallel zu sich selbst verstellt wird. Zu dem Zweck ist auf die Hülse *b* des als Fallzirkel ausgebildeten Instrumentes ein mit Theilung versehenes Prisma *d* von rechteckigem Querschnitt aufgesetzt, auf welchem sich ein Kasten *c* mittels eingelegter Zahnstange und Trieb *i* verschieben lässt. Dieser Kasten trägt die Ziehfeder, welche um ein Scharnier drehbar ist und bei *h* zur Theilung an *d* eingestellt werden kann, was vor dem ersten Gebrauch und nach dem jedesmaligen Anschleifen der Ziehfeder nothwendig sein dürfte. An der Theilung lassen sich die Radien der zu ziehenden Kreise einstellen. Auf den Schaft *a* ist ein Mitnehmer *e* aufgesetzt, dessen Stift in ein Loch des Kopfes *g* der Hülse *b* eingreift und den Zirkel als gewöhnlichen Nullenzirkel verwenden lässt. Diese Anordnung scheint anstatt der üblichen viel besseren, durch den Kopf *g* zu ziehenden Druckschraube lediglich deshalb gewählt zu sein, um eine in der Verstärkung *k* angebrachte Punktireinrichtung zu bethätigen. Diese ist indessen für den praktischen Zeichner überflüssig und rechtfertigt nicht die Anbringung eines unsicheren Theiles.

Werktischamboss. *Bayer. Industrie- und Gewerbebl.* **26.** *S. 220. (1894).* Nach *Uhrmacher-Ztg.*

Der an der zitirten Stelle beschriebene Amboss ist wiederum aus Amerika eingeführt und erscheint für leichtere Arbeiten als brauchbares, vielseitig verwendbares Werkzeug. Der Amboss besteht aus einer rechtwinklig gekröpften Platte *P*, mit welcher er auf dem Werktisch befestigt wird. An *P* ist an der horizentalen Kröpfung ein viereckiger Stahlamboss *A* angegossen und an der vertikalen Kröpfung ein starker Zapfen eingesetzt, um den sich eine Buchse *B* drehen lässt, die mittels einer an *P* befindlichen Nase und dreier an der Buchse befindlichen Aussparungen in drei um 120° aus einander liegenden Lagen festgestellt werden kann. Entsprechend den Aussparungen sind an die Buchse *B* drei Rohrstutzen *C* aufgesetzt, in welche ein gewöhnlicher Amboss *D*, ein Steckholz *E* aus Buchsbaumholz und ein Kautschukblock *F* eingesetzt sind. Der Amboss *D* lässt sich wiederum durch Nase und Aussparungen in vier verschiedenen Stellungen gebrauchen; das Steckholz ist für den gewöhnlichen Gebrauch (Feilen besonders geformter Stücke) bestimmt, und der Kautschukblock *F* soll als Unterlage für zu polirende oder zu schleifende Gegenstände dienen, gewissermaassen als Ersatz der häufig benutzten Korkstücke.



Die Einrichtung dürfte bei geringer Beanspruchung gute Dienste leisten, für schwerere Arbeit erscheint sie nicht geeignet, da in diesem Falle die Axe, die Führungen der einzelnen Einsätze und die Nasen und Aussparungen zu sehr abgenutzt werden. *K. F.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Prof. Dr. **Abbe** und **H. Haensch.**

Redaktion: Prof. Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XIV. Jahrgang. **September 1894.** Nenntes Heft.

5ter Bericht über die Thätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

(Dezember 1892 bis Februar 1894.)

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

(Fortsetzung und Schluss.)

IV. Arbeiten betreffend Wärme- und Druckmessungen.

In der Zeit vom 1. Dezember 1892 bis zum 1. Febrnar 1894 wurden geprüft:

13 180 Thermometer,
181 Apparate für Petroleumprüfung,
3 263 Legirungsringe,
14 Manometer,
2 Feuermelder.

1. Anzahl der geprüften Thermometer.

Die geprüften Thermometer vertheilen sich anf die verschiedenen Gattungen wie folgt:

11 841 ärztliche Thermometer,
133 Zeigerthermometer nach Immisch,
396 Normalthermometer mit Korrektionsangabe in 0,01°, geprüft in Temperaturen bis 100°,
500 Thermometer mit Korrektionsangabe in 0,1°, geprüft in Temperaturen bis 100°,
203 chemische Thermometer für Temperaturen bis 300°,
46 hochgradige Thermometer aus Glas 59III mit Kohlensänrefüllung über dem Quecksilber, für Temperaturen bis 450°,
40 Siedetbermometer,
19 Thermometer für Temperaturen unter 0° und
2 Insolationstbermometer,

zusammen 13 180 Thermometer.

Hiervon wurden 1850 Instrumente als unznlässig zurückgewiesen, 27 Instrnmente waren beschädigt eingegangen, 28 Instrumente sind bei der Prüfung beschädigt worden.

Die Anzahl der zurückgewiesenen Thermometer hat im Vergleich zu den früheren Jahren beträchtlich zugenommen, worin ein Beweis dafür erblickt werden kann, dass die Herstellung minderwerthiger Thermometer noch fortdauernd in der Znnahme begriffen ist. Andererseits sind allerdings auch in Folge dieser Wahrnehmung die Prüfungsbestimmungen noch schärfer als bisher gehandhabt worden, um einem weiteren Herantergehen dieses wichtigen Indnstriezweiges möglichst vor-

zubengen. Dass trotzdessen eine Steigerung der thermometrischen Prüfungsarbeiten gegen die Vorjahre eingetreten ist, lässt die folgende Zusammenstellung erkennen:

Die Zahl der zur Prüfung eingegangenen Thermometer betrug:	An ärztlichen Thermometern:	An anderen Thermometern:	Zusammen an Thermometern:	Davon wurden zurückgewiesen:
Vom 1. Februar 1888 bis 31. Januar 1889	7 400	390	7 790	769 oder 9,9 %
„ 1. „ 1889 „ 31. „ 1890	10 122	864	10 986	814 „ 7,4 „
„ 1. „ 1890 „ 31. „ 1891	6 327	862	7 189	504 „ 7,0 „
„ 1. „ 1891 „ 31. „ 1892	7 923	928	8 851	624 „ 7,1 „
„ 1. „ 1892 „ 31. „ 1893	10 626	866	11 492	1308 „ 11,4 „
„ 1. „ 1893 „ 31. „ 1894	10 891	1054	11 945	1650 „ 13,8 „

Anmerkung. Am 17. Oktober 1889 trat die Ilmenauer Prüfungsanstalt für Thermometer ins Leben.

Bezüglich der Kennzeichnung der Thermometer ist insofern eine Neuerung eingetreten, als die aufgeätzten Stempel (Adler, Nummer und Jahreszahl) jetzt mit Wismuthmetall eingerieben werden, welches selbst bei vielem Gebrauch der Thermometer ziemlich lange haften bleibt und die bezüglichen Amtszeichen deutlicher hervortreten lässt. Auch werden jetzt die wissenschaftlichen und technischen Thermometer stets mit zwei Aetzstrichen versehen, um einer unbefugten Aenderung der Skale vorzubeugen. Den Prüfungsbescheinigungen für ärztliche Thermometer ist die Bezeichnung „amtliche" vorgedruckt worden, da es in letzter Zeit wiederum vorgekommen ist, dass in Thüringen Prüfungsscheine in Umlauf gesetzt worden sind, welche in Format und Ausstattung die amtlichen nachzuahmen suchten.

2. Thermometer-Prüfungsanstalt in Ilmenau.

Die Thätigkeit der Thermometerprüfungsanstalt in Ilmenau, welche ihre Arbeiten unter mitwirkender Kontrole der Reichsanstalt ausführt, hat auch im verflossenen Jahre an Umfang zugenommen. Seit der Begründung der Anstalt sind im Ganzen bereits weit über 100 000 Thermometer geprüft worden. Eine Erweiterung der Anstalt ist neuerdings insofern eingetreten, als die Grossherzoglich Sächsische Regierung eine Fachschule für Glasinstrumentenarbeiter mit der Prüfungsanstalt verbunden hat. Dieselbe soll, ähnlich wie die Glashütter Uhrmacherschule, die Form einer Lehrwerkstätte erhalten, welche während eines dreijährigen Lehrkursus den Lehrlingen zugleich mit der praktischen Unterweisung die unentbehrlichsten theoretischen Kenntnisse für die spätere Ausübung des Glasinstrumentengewerbes beibringt.

3. Kontrole der Normalthermometer und Vergleichung der Quecksilberthermometer bei höheren Temperaturen.

Die erste Prüfung der Normalthermometer der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt war in den Jahren 1887 und 1888 ausgeführt worden. Da seit dieser Zeit einzelne Instrumente reparirt, durch neue ersetzt oder auch neue hinzugetreten waren, so war eine Kontrole und Neuvergleichung sämmtlicher Normalthermometer der Reichsanstalt erforderlich. Dieselbe begann im Winter 1892/93 und wurde im Frühjahr 1893 beendet. An diese Kontrole schloss sich eine Festsetzung der Temperaturskale bis über 500° hinaus durch neue Vergleichungen mit dem Luftthermometer, welche im Herbst 1893 ihren Abschluss fanden.

An Normalthermometern für das Intervall zwischen 0 und 100° sind acht gut untersuchte Thermometer vorhanden (Fuess No. 245, 246, 296, 297, 278, 387, 270 und 341). Von diesen besitzen die vier ersten eine volle Theilung von 0 bis 100°, No. 270 und 387 jedoch nur eine Skale bis 50°; die beiden anderen Instru-

mente besitzen nur eine solche von 50 bis 100°, so dass die Temperaturskale innerhalb des Intervalls von 0 bis 100° an allen Punkten durch je sechs Thermometer festgelegt ist.

Es wurde nun zunächst eine neue Kalibrirung dieser Instrumente an ihren Hauptpunkten ausgeführt, sodann wurden die Fundamentalpunkte bestimmt, und schliesslich mehrfach Vergleichungen von 20 zu 20° vorgenommen. Die Kalibrirung ergab, dass zwei der Instrumente, welche kurz zuvor reparirt worden waren, Aenderungen des Kalibers erfahren hatten, sodass neue Kaliberfehlertafeln für diese Instrumente aufgestellt werden mussten. Die übrigen Thermometer waren unverändert geblieben. Aus den Resultaten dieser Untersuchung ergab sich in Verbindung mit den früher ermittelten Korrektionen, dass die Abweichungen in den vollständig korrigirten Angaben der Instrumente vom Gesammtmittel aller in der Regel nur wenige Tausendstelgrade betrugen; nur vereinzelt stiegen sie bis auf 0,01°. Da die Abweichungen bei den Wiederholungen der Vergleichungen in nahezu gleichem Betrage wiederkehren und meistens einen stetigen Gang zeigten, so konnten aus diesen Abweichungen durch graphische Interpolation Kurven für Superkorrektionen abgeleitet werden, welche für jedes einzelne Instrument die Reduktionen auf das Gesammtmittel aller 6 Instrumente für alle Punkte des Intervalls ergaben. Hiernach erscheint die Temperaturskale zwischen 0 und 100° bis auf Bruchtheile eines Hundertstelgrades sicher festgelegt.

In gleicher Weise wurde mit den beiden Instrumenten Fuess Nr. 298 und Nr. 299 für Temperaturen unter Null Grad verfahren. Kalibrirung und Gradwerthsbestimmung ergaben eine Veränderung bei denselben nicht. Die Vergleichungen der Thermometer in Kältemischungen bis zu −33° abwärts zeigten Uebereinstimmung ihrer Angaben bis auf 0,01°. Ausserdem wurde das Thermometer Fuess Nr. 278, dessen Skale bis unter −10° hinabreicht, an diese beiden Instrumente angeschlossen.

Für das Intervall zwischen 100 und 200° waren die Thermometer Fuess Nr. 253, 257, 338, 254 und 255 vorhanden, von denen jedoch die beiden letzteren nur Skalen bis 160° besitzen. Die Untersuchung des Kalibers und der Gradwerthe ergab keinerlei Veränderung. Bei der Vergleichung der Instrumente im Oelbade von 20 zu 20° wurden Abweichungen der einzelnen Instrumente von ihrem Gesammtmittel gefunden, welche im Maximum 0,02 bis 0,03° betrugen. Da jedoch diese Abweichungen bei der Wiederholung der Vergleichungen nicht in demselben Betrage wiederkehrten, so wurde angenommen, dass sie in Beobachtungs- und Experimentirfehlern ihren Grund hatten; daher wurde von der Anbringung von Superkorrektionen Abstand genommen. Eine solche wurde auch bei den Instrumenten für Temperaturen zwischen 200 und 300° unterlassen, da dieselben bei der Vergleichung im Oelbade bis auf 0,01° übereinstimmten. Ihre Kalibrirung und Gradwerthsbestimmung hatte keinerlei Veränderung ergeben.

Aus den vorstehenden Darlegungen folgt, dass die Temperaturskale zwischen 100 und 300° bis auf etwa $^1/_{50}$° in den betreffenden Instrumenten festgelegt ist.

Zum Zwecke der weiteren Fortsetzung der Temperaturskale wurden zunächst die Einschlussthermometer Fuess Nr. 235, 236, 237 und 238 mit Spiegelglasskale mit dem Luftthermometer, welches mit einem Gefäss aus Jenaer Glas XVI^{III} versehen war, im flüssigen Salpeter zwischen 260 und 420° verglichen. Für die höheren Temperaturen wurden die Niehls'schen Stabthermometer Nr. 76, 77 und 0 aus Glas 59^{III} und beim Luftthermometer ein Gefäss aus Porzellan benutzt. Die erstgedachten Instrumente sind wegen ihrer empfindlichen Natur

nicht mehr als Arbeitsnormale gebraucht worden. Die Vergleichung der Stabthermometer mit dem Luftthermometer geschah unter steter Benutzung von Fadenthermometern (vergl. unten) im Salpeterbad von 25 zu 25°. Das Mittel ihrer Angaben wurde als Normalwerth der Temperaturskale zu Grunde gelegt und auf dieses wurden ihre Korrektionen bezogen. Sodann wurden noch die beiden Thermometer Niehls Nr. 57 und 81 durch Vergleichung mit denselben bestimmt. Es ergab sich aus der mehrfachen Wiederholung dieser Untersuchungen, dass sich Temperaturmessungen mittels solcher hochgradiger Stabthermometer unter Zuhilfenahme geeigneter Fadenthermometer bis über 500° hinaus, also bis in das Gebiet der beginnenden Rothgluth hinein bis auf 0,1° genau ausführen lassen.

Um noch festzustellen, wie weit die neue Temperaturskale mit der früher benutzten übereinstimmt, wurden die Instrumente Niehls Nr. 76 und 77 bei 300° mit den Instrumenten Fuess Nr. 259 und 340 verglichen. Für Nr. 76 ergaben sich als Korrektionen auf letztere bezogen +0,15° und +0,06°, für Nr. 77 +0,02° und −0,15°; hiernach scheint sich die neue Skale an die alte bei 300° mit hinreichender Genauigkeit anzuschliessen.

Schliesslich wurden noch mittels der Niehls'schen Stabthermometer die Siedepunkte von Quecksilber und Schwefel bei Atmosphärendruck mehrmals bestimmt, um einen Anschluss an ältere Bestimmungen zu gewinnen. Der Siedepunkt des Quecksilbers bei 760 *mm* ergab sich zu 357,5°, derjenige des Schwefels unter denselben Bedingungen zu 444,5°. Die erstere Zahl stimmt mit den Angaben Regnault's, der für Quecksilber 357,25° fand, nahe überein, während die letztere um 4° von der Regnault'schen Bestimmung abweicht, hingegen mit der neuerdings von Callendar und Griffith gefundenen vollkommen übereinstimmt. Um zu entscheiden, welche der Zahlen für Schwefel die richtige ist, wird es noch weiterer Untersuchungen bedürfen; vor allem wird auch eine nochmalige Wiederholung der luftthermometrischen Vergleichungen in höheren Temperaturen unter Benutzung von Gefässen aus verschiedenem Material für das Luftthermometer (Glas XVI^{III}, Glas 59^{III} und Porzellan) nöthig sein. Hierzu ist andererseits noch die genauere Kenntniss der Ausdehnungskoeffizienten dieser Materialien erforderlich, weil die bisherigen Bestimmungen, besonders für Porzellan, recht erheblich von einander abweichen.

Um jedoch die vorläufig festgelegte Temperaturskale auch weiterhin gewährleisten zu können, sind noch eine Reihe neuer Thermometer der verschiedenen Gattungen beschafft.

Neue Thermometervergleichungsapparate.

Für die vorstehend beschriebenen Thermometervergleichungen in hohen Temperaturen wurden zwei neue Apparate konstruirt, welche in der Werkstatt der Reichsanstalt angefertigt worden sind und seither in vielfältigem Gebrauch sich bewährt haben. In dem einen Apparat wird als Vergleichsflüssigkeit Olivenöl, in dem anderen wird geschmolzener Salpeter (Gemisch von Kali- und Natronsalpeter) benutzt. Die ausführliche Beschreibung der Apparate befindet sich in *dieser Zeitschrift Mai 1893 und März 1894.*

Fadenthermometer.

Bei den früheren Vergleichungen in hohen Temperaturen bestand eine oft mehrere Zehntelgrade betragende Unsicherheit in der Korrektion für den herausragenden Faden. Diese ist jetzt wesentlich durch ein neu konstruirtes Fadenthermometer eingeschränkt worden. Dasselbe besteht aus einem Quecksilberthermometer mit sehr enger Kapillare, dessen Gefäss fadenförmig in die Länge gezogen ist und beim Gebrauch sich mit dem herausragenden Faden des zu

prüfenden Instrumentes deckt. Man ermittelt auf diese Weise mit grösster Annäherung die wirkliche Temperatur des herausragenden Fadens und kann dann leicht durch eine einfache Rechnung die anzubringende Korrektion finden. Dass auf diese Weise bei Thermometervergleichungen sehr gute Uebereinstimmung der verschiedenen Instrumente erreicht werden kann, beweisen die seither zahlreich ausgeführten Vergleichungen der hochgradigen Stabthermometer, deren Angaben bis zu 500° innerhalb 0,1° übereinstimmen, obwohl die Fadenkorrektionen oft mehrere Grade betragen.

Kaliumnatriumthermometer.

Bereits vor fünf Jahren hat Professor Dr. W. Hempel in Dresden Kaliumnatriumthermometer hergestellt; neuerdings hat Dr. O. Schott wieder auf die Verwendung der flüssigen Kaliumnatriumlegirung zu Thermometerfüllungen hingewiesen. Da diese Legirung einen sehr hohen Siedepunkt (vermuthlich zwischen 600 und 700°) hat, so bestand die Hoffnung, dieselbe für hochgradige Thermometer ohne Benutzung eines komprimirten Gases verwendbar zu machen. Es wurden deshalb drei solcher Thermometer hergestellt und das eine derselben höheren Temperaturen ausgesetzt. Jedoch bereits in der Nähe von 300° begann die Legirung das Glas zu zersetzen, was mit steigender Temperatur derartig zunahm, dass bei etwa 480° die ganze Flüssigkeit — wahrscheinlich durch Ausscheidung von Silicium — sich schwarz färbte und das Instrument unbrauchbar machte. Wenn somit jene Erwartung auch nicht erfüllt ist, so dürfte doch die Verwendung der Kaliumnatriumthermometer wegen des grossen Ausdehnungskoeffizienten dieser Legirung für besondere Zwecke vortheilhaft sein, insbesondere als Thermometer für Kalorimeter und für hypsometrische Messungen. Weitere Versuche darüber sind noch im Gange.

Siedethermometer.

Bei der Prüfung von Siedethermometern in dem von Fuess nach Regnault'schen Prinzipien konstruirten Siedeapparat hatte sich bereits früher ergeben, dass die am Barometer abgelesenen Drucke nicht vollkommen mit denjenigen Siededrucken übereinstimmten, welche aus den Angaben der Normalthermometer nach der Regnault-Broch'schen Tafel hergeleitet worden waren (vergl. Pomplun, *diese Zeitschrift 1891 S. 1*). Als nun neuerdings von Wild ebenfalls auf diese Abweichungen hingewiesen wurde, gab dies zu erneuten umfangreichen Untersuchungen über den Siedepunkt des Wassers bei verschiedenen Drucken innerhalb des für Siedethermometer in Frage kommenden Intervalles Veranlassung. Aus diesen Untersuchungen ergab sich, dass die Werthe der Regnault-Broch'schen Tafel einer Verbesserung bedürfen, welche in Graden durch die nachfolgende Formel dargestellt wird:

$$\delta = -0,0003t + 0,000036t^2 - 0,00000033t^3.$$

Auf Grund dieser Formel ist eine neue Spannungstafel berechnet worden, welche binnen Kurzem der Oeffentlichkeit übergeben werden wird.*) Eine Mittheilung über die Versuchsergebnisse befindet sich in *dieser Zeitschrift 1893 S. 330*.

4. Untersuchung der Thermometer aus verschiedenen Glassorten hinsichtlich der Abweichung vom Luftthermometer.

Das vom Glastechnischen Laboratorium Schott & Gen. neuerdings eingeführte Borosilikat-Thermometerglas 59^{III} findet — ausser zu hochgradigen — zu Thermometern für Temperaturen bis 300° vielfache Anwendung. Die Nachwirkungserscheinungen sind bei dieser Glassorte äusserst gering; auch zeigen die daraus verfertigten Thermometer einen nahe übereinstimmenden Gang mit dem Luftthermometer. Eine vorläufige indirekte Vergleichung mit dem Luftthermo-

*) Ist inzwischen bei Friedrich Vieweg & Sohn in Braunschweig erschienen.

meter war schon früher ausgeführt worden (vergl. *diese Zeitschrift 1891, September*), doch waren die damals verwendeten Instrumente ungenügend. Im verflossenen Jahre ist nun mit sechs von Fuess angefertigten Thermometern diese Untersuchung wiederholt worden. Verbunden hiermit wurde eine gleiche Untersuchung für das ebenfalls neue Jenaer Thermometerglas 122^{III} und für das jetzt auch vielfach verwendete Resistenzglas (mit blauen Streifen) von Greiner & Friedrichs in Stützerbach. Aus Glas 122^{III} waren vier Thermometer angefertigt, die jedoch wegen der mangelhaften Beschaffenheit der Kapillaren nicht befriedigende Resultate lieferten. Von Greiner & Friedrichs'schem Glas wurden fünf Thermometer untersucht; letztere nur innerhalb der Temperaturen zwischen 0 und 100°, während die übrigen Thermometer bis 300° untersucht wurden. Die Ausgleichung der gefundenen Abweichungen gegen das Luftthermometer ergab folgende Relationen:

Für Glas 59^{III}

zwischen −20 und +100°:

$$\delta = +0{,}000\,004\,87\,(100 - t_q)\,t_q - 0{,}000\,000\,2638\,(100 - t_q)^2\,t_q,$$

zwischen 100 und 300°:

$$\delta = -0{,}000\,007\,233\,(100 - t_q)\,t_q - 0{,}000\,000\,4259\,(100 - t_q)^2\,t_q;$$

für Glas von Greiner & Friedrichs

zwischen 0 und 100°:

$$\delta = -0{,}000\,031\,69\,(100 - t_q)\,t_q - 0{,}000\,000\,373\,763\,(100 - t_q)^2\,t_q.$$

Man kann hiernach in derselben Weise, wie bisher für Thermometer aus Jenaer Glas XVI^{III}, die Korrektionen für Thermometer aus den genannten Glassorten bloss durch Kalibrirung und Bestimmung der Fundamentalpunkte festlegen, was für die vielfache Benutzung dieser in regelmässigem Betriebe hergestellten beiden Glassorten wichtig ist.

5. Pyrometer. (Vorarbeiten.)

Die Vorarbeiten für die Prüfung von technischen Pyrometern konnten wegen Raummangels und anderweitiger Beanspruchung der vorhandenen Arbeitskräfte nicht weiter gefördert werden. Man musste sich deshalb bisher auf Versuche beschränken, geeignete Bäder für Temperaturen oberhalb 550° herzustellen.

Die Messung der Temperatur in Kühlöfen ist unter Mitwirkung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in drei Thüringer Glashütten mittels eigens für diesen Zweck hergestellter hochgradiger Quecksilberthermometer von 2 *m* Länge ausgeführt worden. Die Versuche ergaben, dass, bei den verhältnissmässig einfachen Vorrichtungen zur Regulirung der Wärmezufuhr, sehr beträchtliche Temperaturdifferenzen in den einzelnen Theilen der Oefen, sowie auch erhebliche Schwankungen in den Mitteltemperaturen zu verschiedenen Zeiten des Betriebes stattfinden. Die grösste Hitze ergab der Kühlofen einer Hütte, welcher Holzfeuerung besitzt. Der Kühlofen schliesst sich dort unmittelbar an den Glasofen an und wird mit den Abgasen des letzteren gespeist. Hier stieg die Temperatur über 570°, so dass sie nicht mehr mit den Quecksilberthermometern gemessen werden konnte.

Recht günstige Verhältnisse bot der Kanalkühlofen einer anderen Hütte, in welchem in der Nähe des Eintragloches eine durchschnittliche, nur um etwa 20° schwankende Temperatur von 410° herrschte. Am Ende des 11 *m* langen Ofens betrug die Temperatur etwa 180°, so dass die zu kühlenden Gegenstände im Laufe einer Schicht, welche 10 Stunden dauert, allmälig einen Abfall der Temperatur von 230° erfahren.

In dem Kühlofen einer dritten Hütte, welche mit Braunkohlengas heizt, ergaben sich beträchtliche Schwankungen der Temperatur. An einzelnen Stellen stieg die Temperatur auf nahezu 600°, während sie an anderen Stellen bis unter 400° sank. In der Nähe eines in der Mitte des Ofens eingesetzten Hafens betrug die durchschnittliche Temperatur am Rande des Hafens 490°, an der Sohle des Ofens 340°.

Wenngleich die vorstehend angedeuteten Messungen noch kein abschliessendes Bild über die Temperaturverhältnisse der Kühlöfen gewähren, so gestatten sie doch einen ungefähren Schluss auf die Höhe der in den verschiedenen Arten der Kühlöfen herrschenden Mitteltemperatur und geben u. A. auch Anhalte zur Beurtheilung der chemischen Wirksamkeit der Abgase auf die Oberfläche der zu kühlenden Gegenstände.

6. Junkers'sches Kalorimeter.

Die Untersuchungen mit dem Junkers'schen Kalorimeter, das zur Ermittelung des Heizwerthes von Gasen — besonders von Leuchtgas — dient, haben sich auf die Vergleichung mehrerer derartiger Apparate unter einander bei möglichster Veränderung der Versuchsbedingungen beschränkt, wobei sich Uebereinstimmung der Angaben verschiedener Apparate ergab. Ueber weitere fundamentale Untersuchungen — wie die Bestimmung der Verbrennungswärmen von H oder CO mittels des Apparates — finden z. Z. noch Verhandlungen mit dem Verfertiger statt.

7. Barometer.

An Barometern wurden 4 Quecksilberbarometer und 16 Aneroide geprüft. Unter den letzteren befanden sich auch solche, die auf der Grönlandexpedition des Herrn Dr. von Drygalski benutzt werden waren, daher besonderen Untersuchungen über den Temperatureinfluss in tiefen Graden unterworfen werden mussten. Nach dem Ergebniss dieser Untersuchungen, welche gleichzeitig auch noch an einer grösseren Reihe von Aneroiden der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt angestellt wurden, hat es den Anschein, dass sehr tiefe Temperaturen vorübergehend einen störenden Einfluss auf die Angaben der Instrumente ausüben.

Um die Untersuchung der Aneroide ihrem Gebrauche noch mehr als bisher anzuschliessen, wurde das Tempo der Druckänderung bei der Vergleichung mit dem Quecksilberbarometer, welches früher gewöhnlich 2 *mm* in einer Minute betrug, auf 1 *mm* in vier Minuten geändert.

8. Manometerprüfungen.

An Manometern sind 14 Stück geprüft worden; 6 davon gehörten der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Von den untersuchten Manometern sind 7 zwischen 2 und 20 *kg* geprüft worden, die übrigen in höheren Drucken bis 200 *kg*.

9. Manometer für hohe Drucke.

Das Normalquecksilbermanometer funktionirt jetzt zur vollen Zufriedenheit und hat auch zur Prüfung der neu beschafften Stückrath'schen Druckwaage gedient. Diese Waage gestattet, Drucke bis 500 *kg* pro *qcm* zu messen und besteht aus einem ungleicharmigen Waagebalken, dessen längerer Hebel durch Gewichte belastet wird, während auf das Gehänge des kurzen Hebelarms ein beweglicher Stempel drückt. Der letztere bewegt sich in einem Hohlzylinder und ist nach oben durch eine Manschette aus Goldschlägerhaut gegen das Druckwasser, welches mittels einer Cailletet'schen Druckpumpe zugeführt wird, abgedichtet. Von der Pumpe zweigen sich noch zwei Leitungen ab, von denen die eine zum Quecksilbermanometer, die andere zu den zu prüfenden Federmanometern führt. Jede Leitung ist durch Hahnverschluss einzeln auszuschalten.

Der Querschnitt des Hohlzylinders beträgt 0,5 *qcm* und die Längen der Hebelarme stehen im Verhältniss von 1 : 10, sodass eine Belastung des langen

Hebelarmes mit $2\,kg$ einer Druckwirkung von $40\,kg$ pro qcm entspricht. Da jedoch die Bewegung der Mansehette in dem Zylinder eine gewisse Reibung verursacht, so geben die aus der Belastnng der Waage berechneten Drucke nicht ohne weiteres die wahren Drucke an; beim Heruntergehen des Stempels, das ist bei Druckzunahme, addirt sich die Reibung zu den aus der Belastung berechneten Angaben der Waage, während bei der umgekehrten Bewegung des Stempels, bei Druckabnahme, der Betrag der Reibung von der berechneten Angabe der Waage abzuziehen ist. Man findet demnach bei Druckmessungen mittels der Waage zwei Grenzstellungen, innerhalb welcher der wahre, der Belastung entsprechende Druck liegt. Es sind zu verschiedenen Zeiten in längeren Reihen Vergleichungen der Waage mit dem Quecksilbermanometer bei $20\,kg$ gemacht worden, welche zu folgenden Ergebnissen geführt haben:

Angaben des Quecksilbermanometers

	bei zunehmendem Druck	bei abnehmendem Druck	Mittel
8. bis 11. August 1893	20,865 *kg*	18,867 *kg*	19,866 *kg*
29. November bis 1. Dezember 1893	20,752 „	18,926 „	19,839 „
18. Dezember bis 22. Dezember 1893	20,608 „	19,118 „	19,863 „
		Mittel. . .	19,86 *kg*

Aus der Belastung der Waage berechnete sich, unter Berücksichtigung mehrerer kleiner Korrektionen, ein Druck von $19,90\,kg$, so dass eine Uebereinstimmung der Angaben beider Apparate bis auf $0,04\,kg$ erreicht ist. Diese kleine Abweichung hat ihren Grund vermuthlich darin, dass die Reibung beim Auf- und Niedergehen des Stempels nicht gleich ist, so dass das Mittel aus den extremen Angaben des Manometers nicht genau dem Druck entspricht, welcher durch die Gewichte ausgeübt wird. Einige vorläufige Versuche bestätigten diese Vermuthung. Da die zur Druckwaage gehörige Pumpe nur für kleinere Beanspruchungen konstruirt ist, so können z. Z. nur Druckmessungen bis zu $300\,kg$ ausgeführt werden, bis eine für höhere Drucke gebaute Pumpe beschafft sein wird.

10. Petroleumprober, Zähigkeitsmesser u.s.w.

Es wurden geprüft:

138 Petroleumprober und
43 Zähigkeitsmesser.

Die Anzahl der geprüften Petroleumprober hat sich gegen das Vorjahr mehr als verdoppelt, was hauptsächlich darauf zurückzuführen ist, dass zu den Ländern, welche den Abel-Pensky'schen Prober amtlich eingeführt haben, neuerdings Rumänien hinzugetreten ist.

Die Prüfung der Zähigkeitsmesser wurde dahin erweitert, dass nicht nur die Ausflusszeit für destillirtes Wasser bestimmt, sondern auch eine Nachmessung der hauptsächlichsten Dimensionen (Höhe der Spitzenmarken, Länge und Durchmesser des Ausflussröhrchens u. s. w.) nach den Engler'schen Vorschriften vorgenommen wird.

Von sonstigen Arbeiten mit Petroleum ist noch eine grössere Reihe vergleichender, im Laufe der Berichtszeit abgeschlossener Versuche mit verschiedenen Petroleumsorten hinsichtlich der Entflammungstemperatur, der Dichte, Ausdehnung und Leuchtkraft zu erwähnen. Die Ergebnisse der Untersuchung sind im *Poly-*

technischen Zentralblatt, Januar 1893 veröffentlicht worden und lassen sich dahin zusammenfassen, dass hinsichtlich der Leuchtkraft, der Feuergefährlichkeit, des Gehalts an Paraffinölen und der sonstigen Güte zwischen den russischen Oelen und den besseren amerikanischen Oelsorten, wie sie die grösseren Händler des Inlandes im raffinirten Zustande liefern, ein wesentlicher Unterschied nicht vorhanden ist.

Die vier Gebrauchsnormale der Petroleumprober wurden in den letzten Monaten in grösseren Reihen unter sich und mit den beiden Kontrolnormalen verglichen; eine erneute Vergleichung der letzteren mit den beiden Hauptnormalen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt war noch nicht erforderlich, weil sie nur wenig gebraucht und weil daher Veränderungen ihrer Angaben nicht zu befürchten waren.

11. Legirungsringe.

Legirungsringe für Dampfkessel - Sicherheitsapparate wurden in der verflossenen Berichtsperiode 3263 Stück mit Schmelzpunkten zwischen 100 und 204° geprüft. Die Prüfungen sind in der bisherigen Weise ausgeführt und haben zu besonderen Bemerkungen keinen Anlass gegeben.

12. Sonstige Untersuchungen.

Die Prüfung der Aneroide und Manometer gab mehrfach Gelegenheit zu Untersuchungen über die elastische Nachwirkung ihrer Federn. Auch wurde zur Herstellung von Dosenfedern bei Aneroiden ein neues Material („Kompositionsmetall") verwendet, welches sich bei Untersuchung von Manometern als besonders nachwirkungsfrei erwiesen hatte. Systematische Versuche mit Ring- und Dosenfedern werden fortgeführt.

Auf Antrag der Grossherzoglich Sächsischen Thermometerprüfungsanstalt sind mehrere Sorten Kreosot, wie solche seitens der Thermometerfabrikanten zur Füllung der Six'schen Thermometer und der Thermometer für tiefe Temperaturen verwendet werden, auf ihr Ausdehnungsvermögen in niederen Graden untersucht worden. Die Versuche sind abgeschlossen und die Resultate werden den betheiligten Kreisen binnen Kurzem bekanntgegeben werden.

Ferner sind zur Zeit noch Untersuchungen über die Ausdehnung des Quecksilbers bei erhöhtem Drucke (bis 500°) im Gange, um die Grundlagen für eine fundamentale Kontrole der hochgradigen Stabthermometer zu finden.

V. Optische Arbeiten.

1. Prüfung von Hefnerlampen.

Die photometrischen Arbeiten der zweiten Abtheilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt bezogen sich auf die Einführung der Beglaubigung der Hefnerlampe. Die betreffenden Prüfungsbestimmungen sind im *„Zentralblatt für das Deutsche Reich" Anfang Mai 1893* erschienen und etwas später, mit einer erläuternden Einleitung und mit Vorschriften für den Gebrauch der Lampe versehen, in dem *„Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung" (1893, 18)* sowie in *dieser Zeitschrift 1893, Juli* veröffentlicht worden.

Die erste Beglaubigung wurde Anfang Juli ausgeführt; es sind seitdem 134 Hefnerlampen eingereicht und davon 106 beglaubigt worden.

Damit ist eine wesentliche Aufgabe gelöst, an welcher die Reichsanstalt in Verbindung mit dem Deutschen Verein von Gas- und Wasserfachmännern gearbeitet hat. Deutschland besitzt dadurch ein einheitliches technisches Lichtmaass, welches in jeder Beziehung genau untersucht ist und — soweit technische Bedürfnisse in Frage kommen — allen Ansprüchen genügt. Dass Deutschland dadurch auf dem Gebiete der Lichtmessung einen erheblichen Vorsprung vor den

übrigen Völkern erlangt hat, haben die Verhandlungen des internationalen Elektrikerkongresses in Chicago gezeigt.

Erfreulicherweise sind auch Anzeichen dafür vorhanden, dass man innerhalb der Beleuchtungstechnik bestrebt ist, aus Kontrakten und Verträgen als Maass die „Kerze" verschwinden zu lassen und das Hefnerlicht an ihre Stelle zu setzen. Bei diesem Uebergang von den früheren Lichtmaassen zum Hefnerlicht ist der Rath und die Unterstützung der Reichsanstalt wiederholt in Anspruch genommen worden.

2. Technische Photometer.

Eine weitere Aufgabe, welche sich der Deutsche Verein von Gas- und Wasserfachmännern gestellt, und bei deren Lösung die Reichsanstalt mitzuwirken hat, besteht darin: Die Technik — und zwar in erster Linie die Gastechnik — mit einer handlichen und zuverlässigen photometrischen Einrichtung zu versehen. Die früher von der Reichsanstalt konstruirten und in *dieser Zeitschrift* beschriebenen Photometer haben zwar schon vielfach Eingang in die Technik gefunden und sich bewährt; aber es ist doch der Wunsch nach einem leichteren und eine minder subtile Behandlung erfordernden Instrument mit den gleichen Vorzügen rege geworden. Diesem Wunsche konnte unter Benutzung von Milchglasplatten und durch Zusammenziehung des optischen Theils in eine kompakte, zusammengekittete Prismenkombination Rechnung getragen werden. Es sind zwei derartige Formen von Photometern hergestellt und auf ihre Brauchbarkeit geprüft worden. Die eine Form ist kleiner und billiger als die zweite, hat aber zwei — allerdings nur für den rein technischen Gebrauch in Betracht kommende — Mängel. Man hat nämlich erstens die Entfernung der Lichtquellen nicht, wie der Techniker es gewöhnt ist, von der Mitte des Photometers, sondern von den seitlich sitzenden Milchglasplatten aus zu rechnen; zweitens ist das Photometer nicht vollkommen gleichseitig. Beide Mängel sind bei der zweiten, etwas grösseren und theuereren Form beseitigt. Uebrigens sind die Preise beider Formen geringer als die der früheren Konstruktionen. Die Photometer sollen demnächst innerhalb der Lichtmesskommission des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern in Benutzung genommen werden, nachdem sie bereits auf der letzten Jahresversammlung dieses Vereins seitens der Reichsanstalt gezeigt worden sind.

3. Prüfung von Bogenlichtlampen.

Eine andere, inzwischen abgeschlossene Aufgabe des photometrischen Laboratoriums war die Prüfung der Bogenlichtbeleuchtung in der Strasse „Unter den Linden", welche für den Berliner Magistrat ausgeführt worden ist. Dieselbe bestand erstens in einer umfassenden Prüfung einiger jener Bogenlampen im Laboratorium, zweitens in der Konstruktion eines zuverlässigen, tragbaren Photometers, mit welchem die Bogenlampen während des Betriebes im Freien photometrirt werden sollten. Die Vergleichsfelder desselben bestehen in Milchglasplatten, deren Helligkeit mit Hilfe einer Prismenkombination aus einem der vorerwähnten kleineren Photometer verglichen wird. Als Vergleichslichtquelle dient eine kleine Glühlampe von etwa 4 *Volt* Spannung, welche mit kleinen tragbaren Akkumulatoren gespeist und mit Hilfe eines Weston'schen Spannungsmessers konstant gehalten wird. Die messbare Schwächung des Lichts geschieht nach dem Aubert'schen Prinzip, bei welchem ein schnell rotirender Sektor von veränderlicher Grösse die Lichtstrahlen senkrecht schneidet. Jedoch wird hier nicht der Sektor, sondern mit Hilfe geeigneter Prismen das Lichtstrahlenbündel in Rotation versetzt. Diese Lichtschwächungsvorrichtung befindet sich gewöhnlich zwischen Vergleichslichtquelle und Auge. Sie kann aber auch, falls dies bei sehr starken Lichtquellen nöthig sein sollte,

umgesetzt und zur Schwächung des zu messenden Lichtes benutzt werden. Sowohl bei Vorversuchen im Laboratorium und auf dem Hofe der Berliner Gasanstalt am Stralauerplatz, sowie bei späteren Versuchen „Unter den Linden“ hat sich das Photometer gut bewährt.

4. Prüfung von elektrischen Glüh-, sowie von Gas- und Petroleumlampen u. s. w.

Im Uebrigen hatte sich das photometrische Laboratorium auch im verflossenen Jahre viel mit laufenden Prüfungen von Glühlampen, sowie von Gas- und Petroleumlampen verschiedener Konstruktion zu beschäftigen. Hervorzuheben ist die Untersuchung einer Schiffspositionslaterne, bei welcher sich neben den positiven Messungsergebnissen zeigte, wie wenig sachgemäss derartige Laternen gebaut werden, und wie nothwendig eine genauere Kontrole und zuverlässigere Vorschriften für die Herstellung sind. Ferner waren mehrfach Petroleumsorten auf ihre Güte photometrisch zu untersuchen und eingesandte Photometer zu prüfen.

5. Abhängigkeit der Hefnerlampe von der Luftfeuchtigkeit.

Was die rein wissenschaftlichen Untersuchungen anlangt, so war man bestrebt, den Einfluss der Luftbeschaffenheit auf die Leuchtkraft der Hefnerlampe genauer zu studiren. Bekanntlich hatte sich bei den früheren Vergleichungen zwischen der Hefnerlampe und den als Gebrauchsnormale dienenden Glühlampen gezeigt, dass dies Lichtstärkenverhältniss zu verschiedenen Zeiten verschieden gross gefunden wird und dass die Abweichungen mehrere Prozent vom Mittelwerth betragen können. Diese Abweichungen, von deren Ursache man bisher kein klares Bild hatte, konnten aber keinen Grund bilden, mit der Einführung der Hefnerlampe als Lichtmaass zu zögern, da trotzdem die Hefnerlampe den älteren Lichtmaassen weit überlegen ist.

Dass die Aenderungen des Barometerstandes sowie die kleinen Aenderungen des Kohlensäuregehaltes der reinen Luft diese Lichtstärkenschwankungen nicht hervorbringen können, ist bereits früher durch besondere Untersuchungen erwiesen worden. Es ist nun neuerdings unter Benutzung eines besseren Feuchtigkeitsmessers (des Assmann'schen Aspirationspsychrometers) gelungen, zu zeigen, dass diese Schwankungen in der Hauptsache von dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft abhängen. Nach den vorliegenden Versuchen, welche sich freilich nur auf die Wintermonate beziehen und noch den Sommer hindurch fortgesetzt werden müssen, erhält man um weniger als 1 % von einander abweichende Werthe, wenn man bei einem bestimmten mittleren Wasserdampfgehalt der Luft beobachtet oder den Feuchtigkeitsgehalt in Rechnung zieht. Für genauere photometrische Messungen dürfte dies Resultat von Wichtigkeit sein. Die Technik wird freilich bei Lichtmessungen auf den Einfluss der Luftfeuchtigkeit kaum Rücksicht zu nehmen brauchen, weder bei Messungen an offenen Flammen, noch bei solchen an elektrischen Lichtern. Denn die ersteren werden wahrscheinlich in ihrer Lichtstärke ähnlichen Schwankungen unterworfen sein wie die Hefnerlampe; bei elektrischen Glühlichtern aber hängt die erreichbare Genauigkeit hauptsächlich von derjenigen der technischen Messapparate ab. Nehmen wir an, dass die Spannungs- und Strommesser der Technik eine Unsicherheit von $^1/_2$ % besitzen, so ist allein dadurch die Lichtmessung bei Glühlampen etwa auf 4 % unsicher, da sich die Lichtstärke einer Glühlampe etwa achtmal so schnell ändert wie die elektrische Energie.

6. Photometrische Vergleichung verschieden gefärbter Lichtquellen.

Die in dem vorigen Bericht erwähnten Versuche über die Vergleichung verschieden gefärbter Lichtquellen konnten in dem verflossenen Jahre wenig gefördert werden. Das in der Reichsanstalt hierfür benutzte Prinzip der Einstellung auf möglichste Unschärfe der Grenze, in welcher zwei verschieden gefärbte Felder an einander stossen, wurde zunächst daraufhin untersucht, ob es für ver-



schiedene Beobachter (mit normalem Farbensystem) die gleichen Ergebnisse liefert. Zu Grunde gelegt wurde die Färbungsdifferenz zwischen Hefnerlampe und Bogenlampe. Bei einer so grossen Farbenverschiedenheit zeigten sich allerdings Abweichungen für einzelne Augen; diese Versuche bedürfen jedoch noch der Fortsetzung. Vorher aber sollen vergleichende Untersuchungen zwischen der genannten Methode und derjenigen der Einstellung auf gleiche Sehschärfe ausgeführt werden. Diese sind zur Zeit im Gange.

7. Dioptrische Untersuchungen.

Das optische Laboratorium ist mehrfach für die Prüfung dioptrischer Instrumente seitens der Technik in Anspruch genommen worden.

VI. Chemische Arbeiten.

1. Arbeiten für die Reichsanstalt und die Technik.

Die analytische Thätigkeit des chemischen Laboratoriums für die eigenen Zwecke der Reichsanstalt erstreckte sich auf die Untersuchung von Widerstandsdrähten, Legirungen für Maassstäbe, Lothe verschiedener Art, Eisen und Stahl.

Für die Technik wurden Untersuchungen ausgeführt von Wasserstoff für die Zwecke der Luftschifffahrt, von Guttapercha, Eisen, galvanischen Zinkniederschlägen und Glassorten verschiedener Art.

2. Untersuchungen verschiedener Glassorten.

Die schon mehrere Jahre hindurch fortgesetzte Arbeit über die Angreifbarkeit des Glases durch chemische Agentien ist zum Abschluss gebracht worden. In dieser Arbeit wurde die allgemeine Wirkungsweise 1. des Wassers, 2. der Alkalien, 3. der Säuren, 4. der Salze im Wesentlichen klargestellt. Auch zur Kenntniss der Verwitterung konnten wichtige Beiträge geliefert werden.

Das Glas hat sich hierbei als eine Substanz erwiesen, welche durch Wasser, Alkalien und gewisse Salzlösungen, aber nicht durch wässerige Säuren aufschliessbar ist. Die Zweckmässigkeit der früher vorgeschlagenen Prüfung des Glases durch den Angriff mit Wasser hat sich völlig bestätigt. Die Angreifbarkeit verschiedener Glassorten durch Wasser hat sich als ein Maass erwiesen 1. für die Hygroskopizität (Verwitterung), 2. für den Angriff durch Säuren, 3. für den Angriff vieler wässeriger Lösungen.

Nachdem eine im Jahre 1891 vorgenommene Orientirung eine überraschende Verschiedenheit der im deutschen Handel vorhandenen Glassorten zu chemischem Gebrauche ergeben hatte, wurden diejenigen, welche sich am meisten bewährt hatten, aufs Neue einer sorgfältigen Vergleichung unterzogen. Es stellte sich dabei heraus, dass es im deutschen Handel eine Anzahl guter Glassorten giebt, welche, obwohl von etwas verschiedener Zusammensetzung, doch eine nahezu gleich hohe Widerstandsfähigkeit gegen die Wirkung der Chemikalien zeigen. Diese Glassorten werden darin aber noch etwas von dem sog. „Stas'schen Glase" übertroffen, dessen Herstellung sich eine rheinische Firma angelegen sein liess.

Von ähnlicher Widerstandsfähigkeit wie das Stas'sche Glas ist das neu hergestellte Jenaer Geräthеglas von Schott & Gen., welches borsäurehaltig ist und sich noch besonders vortheilhaft durch seine mechanische Widerstandsfähigkeit auszeichnet.

Nach diesem Ergebniss sind die noch vor wenigen Jahren vernommenen Klagen über die schlechte Beschaffenheit der deutschen Glasgeräthe zu chemischem Gebrauche keineswegs mehr gerechtfertigt. Die Industrie, welche sich mit der Herstellung solcher Geräthe beschäftigt, befindet sich vielmehr gegenwärtig auf einer Höhe, welche bisher nicht erreicht war. Die Reichsanstalt wird auch ferner nicht unterlassen, die weitere Entwicklung dieser Industrie zu verfolgen.

Mittheilungen über die genannten Arbeiten sind zum Theil bereits gedruckt, zum Theil unter der Presse.

3. Abscheidung der Metalle in Form schwimmender Blätter.

Bei Versuchen über die Elektrolyse des Zinks schied sich das Metall bisweilen nicht, wie gewöhnlich, innerhalb der Flüssigkeit, sondern auf der Oberfläche derselben in zusammenhängenden blattartigen Gebilden ab. Da es für die Elektrolyse und die Galvanoplastik von Wichtigkeit ist, über die Vorgänge an der Kathode orientirt zu sein, so wurden die Bedingungen, unter welchen eine Metallabscheidung in Blattform stattfindet, untersucht. Als Ursache erwiesen sich ölige Verunreinigungen der Oberflächenschicht, welche in wässerigen Flüssigkeiten nie fehlen und theils kapillar, theils chemisch auf das sich abscheidende Metall einwirken.

Die Arbeit hat in einer demnächst erscheinenden Mittheilung ihren Abschluss gefunden.

4. Abscheidung der Metalle aus verdünnter Lösung.

Die bei der elektrolytischen Reinigung des Zinks auftretenden störenden Erscheinungen machten eine umfangreiche Arbeit nothwendig über den Zustand, in welchem die Metalle aus ihren verdünnten Lösungen niedergeschlagen werden.

Die Versuche sind noch nicht abgeschlossen, sie haben aber schon folgende für die Kenntniss der Metalle und ihrer Legirungen wichtige Ergebnisse geliefert:

a) Fällung durch den Strom:

α) Die Schwermetalle können aus verdünnten Lösungen ihrer Salze durch den Strom mehr oder weniger leicht in schwarzem, porösem, anscheinend amorphem Zustande gefällt werden.

β) Die schwarzen Silber- und Kupferniederschläge können während des Stromdurchganges Wasserstoff okkludirt enthalten, welcher nach der Stromöffnung zum grössten Theil entweicht.

γ) Bei den genannten Niederschlägen ist freiwilliger Uebergang in die krystallisirte Form wahrnehmbar, oft von Wasserstoffentwicklung begleitet.

δ) Der Uebergang von der schwarzen in die krystallische Modifikation wird durch Metallsalze, Säuren und Oxydationsmittel beschleunigt; die schwarzen Metalle sind darin den Legirungen vergleichbar.

ε) Das schwarze wasserstoffhaltige Kupfer ist wesentlich verschieden von dem Wurtz'schen Kupferwasserstoff.

ς) Eine elektrolytische Bildungsweise vom Kupferwasserstoff existirt ebensowenig wie eine solche mit Hilfe von Zink.

η) Als Endprodukt der Wirkung Daniell'scher Elemente kann sowohl am Zink- als am Kupferpol Kupferzink auftreten.

b) Fällung durch positive Metalle:

α) Die Metalle haben die Fähigkeit, sich im Moment der Abscheidung bei gewöhnlicher Temperatur mit einander zu vereinigen.

β) Bei der Einwirkung positiver Metalle auf die verdünnten Lösungen der negativen Metalle entstehen Legirungen, deren Bildung nur elektrolytisch erklärt werden kann.

γ) Die Zusammensetzung der Legirungen entspricht dem Lösungsvermögen des negativen für das positive Metall unter den Versuchsbedingungen.

δ) Die auftretenden Legirungen sind porös; sie können entweder schwarz und anscheinend amorph oder krystallisirt sein; im letzteren Falle entsprechen sie meist einfachen atomistischen Verbindungen.

ε) Von krystallisirten Verbindungen wurden auf nassem Wege erhalten $Cu_2 Cd$, $Au Cd_3$, $Cu Sn_3$, Platinblei.

ς) Die Metalllegirungen unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Bildungs- und Zersetzungsweise nicht wesentlich von anderen in Wasser unlöslichen Substanzen.

η) Die Legirungen werden durch Lösungen negativer Metalle unter Abscheidung der letzteren zersetzt; dabei entstehen häufig neue Legirungen.

ϑ) Durch Säuren werden die Legirungen unter Austritt von Wasserstoff zersetzt, indem das negative Metall blossgelegt wird; sie verhalten sich daher während der Zersetzung wie Elemente von geringer elektromotorischer Kraft.

ι) Die Wirkung von Oxydationsmitteln erstreckt sich zunächst auf das positive Metall der Legirung, wodurch bisweilen scharfe Trennungen erzielt werden.

5. Untersuchungen von Stahl.

Hinsichtlich der geplanten Untersuchung über die chemischen Vorgänge bei dem Härten des Stahls ist man mit Vorversuchen beschäftigt gewesen, welche die Frage nach der Abgabe des Kohlenstoffs bei dem Glühen des Stahls zum Gegenstand hatten.

6. Versuche über die Haltbarkeit der Chronometeröle.

Von der Fortsetzung der Versuche über die Haltbarkeit der Chronometeröle war Abstand genommen worden, weil sie — abgesehen von der Schwierigkeit, das Material in ausreichenden Mengen zu beschaffen — kaum Aussicht auf Erfolg boten.

7. Versuche über gefärbte Thermometerflüssigkeiten.

Die im vorjährigen Berichte erwähnten Versuche über die Haltbarkeit alkoholischer Thermometerflüssigkeiten haben zu einer Publikation geführt über Kupferdoppelsalze, welche in den blau gefärbten Thermometer-Flüssigkeiten enthalten sind. Gemäss den gesammelten Erfahrungen sind Vorschriften zur Herstellung der Lösungen ausgearbeitet, welche den Fabrikanten zugänglich gemacht worden sind.

VII. Bureau.

Im Kalenderjahre 1893 betrug die Zahl der erledigten Geschäftsnummern 5905.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Im Auftrage:
Hagen.

Veröffentlichungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in der Zeit vom Dezember 1892 bis Februar 1894.

Wissenschaftliche Abhandlungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Band I. Thermometrische Arbeiten, betreffend die Herstellung und Untersuchung der Quecksilber-Normalthermometer, unter Leitung und Mitwirkung von Prof. Dr. J. Pernet, ehemaligem Mitgliede der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, ausgeführt von Dr. W. Jäger und Dr. F. Gumlich. *Berlin. 1894. J. Springer.*

Abtheilung I.

1. Dr. O. Lummer und Dr. F. Kurlbaum, Bolometrische Untersuchungen. *Wied. Ann. 46. S. 204.*
2. Dr. K. Kahle, Vorschriften zur Herstellung von Clark'schen Normalelementen. *Zeitschr. f. Inst. 1893. S. 191* und *Wied. Ann. 51. S. 203.*
3. Derselbe, Beiträge zur Kenntniss der elektromotorischen Kraft des Clark'schen Normalelements. *Zeitschr. f. Inst. 1893. S. 293.*

Abtheilung II.

Allgemeines.

1. Die Thätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in den Jahren 1891 und 1892. *Zeitschr. f. Inst. 1893. S. 113.*
2. Die Betheiligung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt an der Weltausstellung in Chicago. *Zeitschr. f. Inst. 1893. S. 157.*

Arbeiten der Werkstatt.

1. Mittheilung über Metallbeizen. *Zeitschr. f. Inst. 1893. S. 39, 110.*

Präzisionsmechanische Arbeiten.

1. Prof. Dr. Leman und Blaschke, Bericht über die Verhandlungen betr. Einführung einheitlicher Gewinde von Befestigungsschrauben in die Feintechnik. *Zeitschr. f. Inst. 1893. S. 41*
2. Bestimmungen über die Prüfung und Beglaubigung von Schraubengewinden. *Centralblatt für das deutsche Reich 1893. 21* und *Zeitschr. f. Inst. 1893. S. 244.*

Elektrische Arbeiten.

Kuratorium der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, Vorschläge zu gesetzlichen Bestimmungen über elektrische Maasseinheiten. — Als Anlage dazu:

Prof. Dr. E. Dorn, Ueber den wahrscheinlichen Werth des Ohm nach den bisherigen Messungen. *Zeitschr. f. Inst. 1893. Februar.*

Arbeiten betr. Wärme- und Druckmessungen.

1. A. Mahlke, Ein Thermostat für Temperaturen zwischen 50 und 300 Grad. *Zeitschr. f. Inst. 1893. S. 197.*
2. H. F. Wiebe, Ueber die Spannkräfte des Wasserdampfes in Temperaturen zwischen 82 und 100 Grad. *Zeitschr. f. Inst. 1893. S. 329.*
3. G. Hebeler und F. Rose, Vergleichende Untersuchungen verschiedener Petroleumsorten. *Polytechnisches Centralblatt 1893. 9.*

Optische Arbeiten.

1. Die Beglaubigung der Hefnerlampe. *Zeitschr. f. Inst. 1893. S. 257* und *Schillings Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1893. S. 341.*

Chemische Arbeiten.

1. Prof. Dr. F. Mylius und F. Rose, Ueber die Einwirkung lufthaltigen Wassers auf Aluminium. *Zeitschr. f. Inst. 1893. S. 77.*
2. Dr. F. Foerster, Ueber die Beurtheilung der Glasgefässe zu chemischem Gebrauche. II. *Zeitschr. f. Inst. 1893. S. 457.*
3. Derselbe, Einige Beobachtungen über Kupferacetatammoniak und Kupferacetatpyridin. *Ber. Chem. Ges. XXV. 18.*

Ueber neuere Spektroskop-Konstruktionen.[1])

Von

Prof. Dr. J. Scheiner in Potsdam.

5. Das Spektroskop des *Alleghany Observatory.* Von J. E. Keeler.

In der Konstruktion von Sternspektroskopen besteht zur Zeit ein ziemlich scharf ausgesprochener Gegensatz zwischen der deutschen (speziell Potsdamer) Richtung und derjenigen der Amerikaner.

In Potsdam hat schon lange das Prinzip geherrscht, für jeden speziellen Zweck auch ein spezielles Instrument zu bauen, und die Richtigkeit dieses Prinzips hat sich am deutlichsten durch den Erfolg gezeigt, welcher mit dem bekannten grossen Vogel'schen Spektrographen erzielt worden ist, bei dem in der Verfolgung des Prinzips so weit gegangen wurde, dass das Instrument selbst nicht einmal eine anderweitige Justirung der Prismen als auf die Wellenlänge der $H\gamma$-Linie zulässt. Die Vortheile dieser Methode sind darin begründet, dass möglichst wenige bewegliche Theile vorhanden sind, dass also das Hauptaugenmerk des Mechanikers auf die Stabilität des Instrumentes gerichtet sein kann. Eine fast absolute Stabilität ist aber unbedingtes Erforderniss bei allen Spektroskopen, die zur photographischen Aufnahme der Sternspektra dienen, bei denen in Folge langer Expositionszeiten starke Aenderungen der Lage und damit der Durchbiegung vorkommen. Aber auch für Spektroskope zu direkten Messungen der Spektra am Fernrohre ist Stabilität ein wesentliches Moment, wenn man anders nicht sehr umfangreiche Untersuchungen über das Verhalten des Instrumentes in den verschiedenen Lagen anstellen will.

Die Tendenz der amerikanischen Spektroskopisten scheint mir dagegen zur Zeit dahin gerichtet, Universalspektroskope zu konstruiren, die möglichst alle Zwecke in sich vereinigen: direkte Messungen bei starker und schwacher Dispersion, bei Prismen und Gittern, photographischen Aufnahmen der Spektra u. s. w. Dieses Prinzip hat zur Folge, dass eine Sternwarte eigentlich nur noch ein einziges Spektroskop zu besitzen braucht, welches in kurzer Zeit zu jedem gerade vorliegenden Zwecke hergerichtet werden kann.

Der Erfolg dieses Prinzips scheint dem Referenten, um dieses einmal rückhaltlos auszusprechen, zum grossen Theile ein illusorischer zu sein. Dass die Stabilität und Sicherheit des Spektroskopes unter diesen Umständen leidet, bedarf erst keiner näheren Auseinandersetzung; es müssen eben fast alle Theile bewegbar und abnehmbar gebaut sein. Auch der Kostenpunkt dürfte nicht wesentlich zu

[1]) Fortsetzung der früheren Abhandlung, *diese Zeitschr. 1892. S. 365.* Nach den Veröffentlichungen in *Astronomy and Astrophysics 1893, No. 111, 113, 116 u. 117,* vom Verfasser kritisch beleuchtet.

Gunsten der amerikanischen Spektroskope ausfallen, wenn auch bei denselben ein Hanpttheil, die Befestignng am Fernrohr und der Kollimator mit Spalt für drei oder vier Instrumente nngeändert bleibt. Die znm Theil recht komplizirten Vorriebtnngen znr Vertanschung der übrigen Theile und deren Befestigung dürften die Kosten der Nenanfertigung für jedes Instrument der dentschen Art wohl nahe anfheben. In Bezng anf Beqnemliehkeit und Schnelligkeit der Anwendung der Spektroskope zn verschiedenen Zwecken ist das amerikanische Prinzip jedenfalls dann im Nachtheil, wenn es sich um Ausführung der allerfeinsten Messnngen handelt, indem dann bei jeder Umänderung am Spektroskope eine nene Justirung erforderlich ist, die sehr zeitranbend und meistens Nachts sogar gar nicht ausführbar ist. Auf dem Potsdamer Observatorinm dagegen werden die verschiedenen Spektroskope stets in völlig jnstirtem Zustande aufbewahrt, nnd da bei allen diejenigen Theile, welche nnmittelbar am Fernrohre befestigt werden, genan gleich gearbeitet sind, so genügt einfaches Ansetzen des Apparates an's Fernrohr, um ihn sofort in feinster Justirung benntzen zn können.

Das von Keeler konstruirte und von Brashear gebaute grosse Spektroskop des Alleghany-Observatoriums ist ein Universalspektroskop im vollsten Sinne des Wortes: es kann zn direkten Beobachtungen und zn photographischen Anfnahmen verwendet werden, mit Gitter nnd verschiedenen Prismen. Das Gestell des Spektroskopes (vgl. Fig. 1 a. f. S.) — drei konisch znsammenlanfende Stahlstangen — ist mittels eines Ringes am Okularende des Fernrohrs durch Schranben befestigt und kann, nachdem die letzteren gelöst sind, um seine Axe gedreht werden, so dass dem Spalte jeder beliebige Positionswinkel gegeben werden kann. Dieses Gestell trägt in seinem nnteren Theile das Kollimatorrohr mit Spalt, welches ein für alle Mal auf das Objektiv des Fernrohrs zentrirt ist, wohl aber durch Trieb und Zahnstange messbar verschoben werden kann, um den Spalt in den Fokus des Fernrohrs zu bringen.

Die Spaltbacken verschieben sich beide symmetrisch von der Mitte aus durch die Spaltschraube; durch Drehung einer anderen Schraube lässt sich die Länge des Spaltes beliebig ändern. Genan über die Mitte des Spaltes kann eine dünne Znnge aus Messing geschoben werden, um ein Vergleichsspektrum photographiren zn können, ohne dass dasselbe das kurz vorher aufgenommene Sternspektrum überdeckt; ausserdem kann auch noch ein Vergleichsprisma beliebig vor den Spalt geschoben werden. Bei Benntzung einer Zylinderlinse wird dieselbe nicht am Spektroskope selbst befestigt, sondern sie wird auf das Oknlarende des Fernrohrs geschoben.

Als Vergleichslicht kann eine Geissler'sche Röhre oder der elektrische Fnnke benntzt werden, nnd zwar kann nach Belieben die betreffende Lichtquelle direkt vor den Spalt in den vom Stern kommenden Lichtkegel gestellt werden, oder es kann ein Bild derselben durch eine Linse, welche eine grössere Winkelöffnnng hat als das Kollimatorobjektiv, auf den Spalt geworfen werden unter Benutznng des Vergleichsprismas.

Die bis jetzt beschriebenen Theile des Instruments sind für alle Zwecke desselben gemeinschaftlich; es werden nun am unteren Ende des Konns die speziellen Theile angebracht: ein *„grating head“* oder eine *„prism train box.“* Jeder dieser Theile hat eine runde Basisplatte, welche anf die Endplatte des Konus genau passt und mit dieser durch vier kräftige Schrauben verbunden wird. Die Basisplatte des „Gitterkopfes“ ist in einem Stück gegossen mit zwei starken gerippten

Armen, welche die Zapfen des Beobachtungsfernrohrs tragen. Auf der einen Seite ist der feste, achtzöllige Kreis angebracht, welcher zwei Theilungen enthält, von denen die äussere die Position des Beobachtungsfernrohrs angiebt, die innere die Stellung des Gitters oder des Prismas. Der Kreis ist so angebracht, dass die Ablesung des äusseren Nonius Null ergieht, wenn das Beobachtungsfernrohr in die Kollimationslinie gestellt ist; für jede andere Stellung desselben entspricht die Ablesung der Ablenkung der Lichtstrahlen. Auf der Seite des Kreises geht durch den hohlen Zapfen des Beobachtungsfernrohrs die Spindel des Tischchens hindurch, welches das Gitter oder ein Prisma trägt; am äusseren Ende dieser Spindel sind die Vorrichtungen zur Feinbewegung angebracht, unterhalb des Tischchens diejenigen zur Einstellung des Minimums der Ablenkung. Fremdes Licht wird von dem Gitter oder Prisma durch eine Haube aus dünnem Blech abgehalten, welche zwei Rohrstutzen enthält, einen für den Kollimator, den anderen für das Beobachtungsfernrohr. Soll das Reflexgitter (von



Fig. 1.

Rowland, 14438 Linien auf den Zoll) benutzt werden, so wird das Beobachtungsfernrohr möglichst nahe an den Kollimator herangedreht und angeklemmt; es bildet in dieser Stellung einen Winkel von 30° mit der Kollimatoraxe. Die verschiedenen Theile des Spektrums werden durch Drehung des Gitters in's Gesichtsfeld gebracht. Bei Beobachtung mit Prismen, wo das Beobachtungsfernrohr beweglich bleiben muss, ist dasselbe durch ein Gegengewicht ausbalanzirt. Benutzt werden zwei Prismen von je 60° brechendem Winkel, aus schwerem und aus leichtem Flint gefertigt. Die Beschreibung des am Beobachtungsfernrohr angebrachten Mikrometers kann hier füglich unterbleiben, dasselbe bietet keine Besonderheiten.

Die *„prism-train box“* wird am unteren Ende des Gestells gerade so befestigt wie der Gitterkopf. Sie enthält einen Satz von drei Prismen aus sehr dichtem Flint, welche mit einander durch eine automatische Einrichtung zur Einstellung des Minimums der Ablenkung verbunden sind. Herr Keeler bemerkt hierzu folgendes: „Auf diesen wichtigen Theil des Apparats ist grosse Mühe verwendet worden, besonders in Hinsicht der Festigkeit, welche für photographische Aufnahmen bei langer Expositionszeit nothwendig ist. Das Minimum der Ablenkung für die $H\gamma$-Linie beträgt für jedes der Prismen 60° 18′, für die drei also 180° 54′, d. h. das dieser Linie entsprechende Licht wird nahe in derselben Richtung zurückgesandt, aus welcher es hervorgekommen ist, und diese Bedingung erlaubt eine für die Festigkeit sehr günstige Konstruktion. Da ich mich mit der Idee, die Arbeit auf nur einen Theil des Spektrums zu beschränken, nicht vertraut machen konnte, war es nothwendig, bei dem Originalplane zu bleiben, welcher eine beträchtliche Bewegung für die Prismen erlaubte, ohne dass eine Veränderung der Prismen innerhalb langer Expositionszeiten eintreten konnte. Die Einrichtung, welche schliesslich als Lösung der Schwierigkeit angenommen wurde, ist die folgende: Jedes Prisma ist auf einem Tischchen mit drei Füssen befestigt, welche auf der einen oberen Seite der Prismenbüchse ruhen. An diesen Füssen ist die Führung des Minimumapparates mit geringem Spielraum angebracht. Gegenüber der Mitte eines jeden Prismas geht eine Feder durch die andere Seite der Prismenbüchse, durch welche die Füsse des Prismas fest gegen ihre Auflage gepresst sind. Sind also diese Federn angezogen, so werden die Prismen nicht durch den automatischen Minimumapparat gehalten, sondern durch die beiden Seiten der Büchse, gerade so, als wenn sie wirklich fest wären.“ Nach den Erfahrungen des Referenten ist letzteres nicht richtig, die Prismen werden wohl gegen eine Aenderung der Lage oder gegen Erschütterung fest genug sein, gegen die durch Temperaturänderungen bedingten kleinen Verstellungen sind sie jedenfalls nicht so fest angebracht, wie es wünschenswerth sein dürfte.

Das Beobachtungs- oder photographische Fernrohr wird in eine besonders geformte Büchse eingeschraubt, deren Seiten flach und parallel sind. Diese Büchse sitzt, ohne zu schlottern, aber etwas verstellbar, zwischen den Seiten der Prismenbüchse. Vier Klammern, zwei an jeder Seite, gehen durch gekrümmte Führungseinschnitte in den Seiten der Prismenbüchse und halten das Beobachtungsteleskop in der Richtung der austretenden Strahlen; die Krümmungen der Führungen werden graphisch bestimmt. An der gleitenden Büchse ist das Ende des Minimum-Einstellungsapparats befestigt, der seinerseits die bekannte Grubb'sche (Browning-) Konstruktion hat.

Herr Keeler bemerkt hierzu: „Ob diese Einrichtung die gewünschte Festigkeit geben wird, kann wahrscheinlich nur durch längere Versuche festge-

stellt werden. Ich kann nur sagen, dass bei einer Anzahl von lang exponirten Planetenspektren, welche mit diesem Apparat gemacht sind, die Linien schön scharf sind und keine Spur einer Verstellung der Prismen zeigen."

Die für photographische Aufnahmen bestimmte Linse der an Stelle des Beobachtungsfernrohrs angebrachten Kamera ist für die Strahlen der $H\gamma$-Linie korrigirt; eine ähnliche Linse wird alsdann auch in das Kollimatorrohr an Stelle der gewöhnlichen Kollimatorlinse gesetzt. Zur grösseren Festigkeit wird die Kamera noch durch zwei Stützen mit dem Gestell des Spektroskops verbunden. Um das Bild des Sternes im Spalte zu halten, wird die Potsdamer Methode benutzt, d. h. das von der ersten Prismenfläche reflektirte Licht des Spalts wird durch ein kleines, auf unendlich eingestelltes Fernrohr betrachtet. Es möge noch bemerkt werden, dass das Gewicht des Spektroskops, je nach seiner speziellen Einrichtung, zwischen 56 und 67 Pfund variirt.

Zum Schluss macht Herr Keeler noch einige Bemerkungen über einfache und *Compound*-Prismen, sowie über die Absorption in solchen Prismen; Referent möchte dieselben nicht alle unterschreiben.

6. Der Spektroheliograph von George E. Hale.

Wie der Name andeutet, ist der Spektroheliograph ein Apparat, in welchem die Sonne in monochromatischem Lichte photographirt werden kann. Wählt man hierzu das Licht einer auf der Sonne an einzelnen Stellen hell erscheinenden Linie (Wasserstoff, Calcium), so erhält man ein Sonnenbild, auf welchem diese betreffenden Stellen (Protuberanzen, Fackeln u. s. w.) sichtbar werden, während sie bei direkter Aufnahme unsichtbar sind.

Herr Hale, dem es zum ersten Male gelungen ist, diese Methode erfolgreich zu verwerthen, giebt zunächst eine geschichtliche Darstellung der bisherigen hierhin gehörenden Versuche, und sodann eine Darlegung der von ihm befolgten Methode. Wir wollen uns hier nur mit letzterer befassen.

Zwei Methoden, welche den angegebenen Zweck erreichen lassen, hat zunächst Herr Hale praktisch erprobt:

1. Die Geschwindigkeit des Uhrganges bei einem Aequatoreal wird so geändert, dass das Sonnenbild langsam über den Spalt eines stark dispergirenden Spektroskops hinüberläuft und zwar senkrecht zur Spaltrichtung. Eine der Protuberanzlinien wird in die Mitte des Gesichtsfeldes des Beobachtungsfernrohres gebracht und fällt hier genau durch einen in der Fokalebene befindlichen Spalt auf eine photographische Platte. Diese Platte wird rechtwinklig zu den Spektrallinien mit einer der Geschwindigkeit des Sonnenbildes entsprechenden Geschwindigkeit bewegt.

2. Das Sonnenbild wird durch das Uhrwerk des Fernrohrs genau auf derselben Stelle gehalten, und dem Spalte des Spektroskopes wird eine gleichförmige Bewegung ertheilt bei feststehendem Kollimator. Vor der unverändert festliegenden photographischen Platte bewegt sich im Fokus des Beobachtungsfernrohrs ein Spalt mit solcher Geschwindigkeit, dass eine gegebene Protuberanzlinie konstant auf die Platte fällt.

Herr Hale hat schliesslich die zweite Methode als die beste gefunden und hiernach seinen grossen, am 12-zölligen Refraktor der Kenwood-Sternwarte in Chicago angebrachten Spektroheliographen konstruirt. Die Haupttheile desselben

sind demnach zwei bewegliche Spalte, der eine in der Brennebene des Kollimators eines grossen Spektroskopes mit Rowland'schem Gitter, und der andere genau in der Brennebene des Beobachtungsfernrohrs. Die Spalte sind $3^1/_4$ *Zoll* lang, ihre Breite ist natürlich verstellbar. Sie sind auf kleinen Wagen montirt, die auf Stahlkugeln laufen, so dass sie mit vollkommener Freiheit senkrecht zu den Rohr-

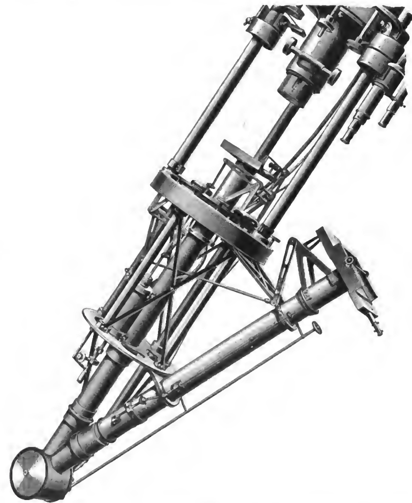


Fig. 2.

axen in der Längsrichtung des Spektrums bewegt werden können. Die photographische Kassette befindet sich unterhalb des zweiten Spaltes und kann dem Spalte so genähert werden, dass die empfindliche Schicht die Spaltkanten beinahe berührt. Die beiden Spalte sind durch ein Hebelwerk so mit einander verbunden, dass sie sich genau gleichzeitig in entgegengesetzter Richtung bewegen. Als

treibende Kraft dient ein am Fernrohr angebrachter, sehr gleichförmig funktionirender Wassermotor. Die Abbildung auf S. 321 giebt ein deutliches Bild des Apparates.

Herr Hale hat mit diesem Apparat ganz ausgezeichnete Resultate erhalten. Man erkennt auf den Aufnahmen nicht nur die Gestalt der Chromosphäre und der Protuberanzen um den ganzen Sonnenrand herum, sondern auch die Fackeln, die man bisher nur in der Nähe des Sonnenrandes wahrnehmen konnte, erscheinen nun auf der ganzen Sonnenscheibe. Diesen Erfolg verdankt Herr Hale übrigens in zweiter Linie der glücklichen Wahl der K-Linie, welche er ausschliesslich benutzt. Die im Violett gelegenen Wasserstofflinien, mit denen man früher immer operirt hat, geben nicht annähernd so gute Bilder.

Einen nicht unbeträchtlichen Nachtheil besitzt die ursprüngliche Hale'sche Methode, der davon herrührt, dass sich die beiden Spalte mit gleicher Geschwindigkeit bewegen, woraus eine sehr starke Distorsion des Sonnenbildes entsteht.

Bezeichnet man mit Θ den Diffraktionswinkel, mit ω den Inzidenzwinkel, mit λ die Wellenlänge der beobachteten Linie K, mit n die Ordnung des Spektrums und mit d die Distanz der Gitterstriche, so ist für ebene Gitter:

$$\lambda = d/n\,(\sin\Theta \pm \sin\omega),$$

oder:

$$\sin\Theta = n\lambda/d \pm \sin\omega,$$

wo $n\lambda/d$ eine Konstante für eine gegebene Linie ist. Hieraus folgt:

$$d\Theta = \frac{\cos\omega\, d\omega}{\cos\Theta}.$$

Für den Kenwood-Spektroheliographen ist nun der Durchmesser des Sonnenbildes

$$d\omega = 51\ mm,$$

ferner:

$$\begin{aligned} \Theta\ \text{Maximum} &= 14^\circ\ 36' \\ \Theta\ \text{Minimum} &= 13\ \ 42 \\ \omega\ \text{Maximum} &= 40\ \ 54 \\ \omega\ \text{Minimum} &= 38\ \ 42, \end{aligned}$$

also:

$$d\Theta = 39{,}8\ mm.$$

Das resultirende Sonnenbild ist also ein Oval, dessen kleinere Axe parallel zur Längsrichtung des Spektrums im Verhältniss 4 : 5 kleiner ist als die grosse. Dieser Werth für $d\Theta$ ist nur ein mittlerer, denn $d\Theta$ ist nicht konstant. Setzt man $d\omega = 1\ mm$ und rechnet dann die Werthe für $d\Theta$ für ersten Rand, Mitte und zweiten Rand des Sonnenbildes, so folgt $d\Theta_1 = 0{,}78\,mm$; $d\Theta_2 = 0{,}79\,mm$; $d\Theta_3 = 0{,}80\,mm$.

Will man auf diese Weise verzerrte Bilder ausmessen, so kann man vorher eine Korrektionstafel rechnen, welche die gemessenen Werthe für jeden Punkt der Sonne auf die eines richtig gezeichneten Bildes reduzirt; dazu ist aber erforderlich, dass das Sonnenbild stets dieselbe Stellung zur Axe des Kollimators hat, und es würde daher wünschenswerth sein, eine Vorrichtung zur exakten Zentrirung des Bildes zu haben. Man würde diese Distorsion vermeiden können durch eine Vorrichtung, welche den Spalt bei der photographischen Platte in entsprechender Weise ungleichförmig bewegt. Herr Hale hat übrigens eine Einrichtung getroffen, welche unverzerrte Kopien von den verzerrten Originalen giebt. Das verzerrte Bild wird auf einen Schirm projizirt, in welchem sich ein Spalt

parallel zur grossen Axe des Bildes befindet. Gleich hinter dem Schirm, und in der Fokalebene der Projektionslinse ist die photographische Platte angebracht. Schirm und photographische Platte sind so mit einander verbunden, dass, während sich der Spalt quer über den kleinen Durchmesser des Bildes schiebt, sich die Platte in entgegengesetzter Richtung um den Betrag der Differenz der beiden Axen bewegt. Man erhält hierdurch völlig runde Bilder.

Eine andere, aber nur geringe Distorsion entsteht durch die Krümmung der Spektrallinien, welche bedingt, dass der zweite Spalt des Heliographen nicht gerade sein darf, sondern eine der Krümmung entsprechende Form haben muss.

Diese kurzen Angaben werden vorläufig zur Orientirung über die Konstruktion und Theorie des Spektroheliographen genügen. Herr Hale beabsichtigt, für den für die Chicagoer Sternwarte in Aussicht stehenden 40-Zöller einen entsprechend grossen Apparat zu bauen, an dem die Erfahrungen mit dem vorliegenden Instrumente verwerthet werden sollen. Es wird alsdann Gelegenheit geboten sein, auf dieses neueste Werkzeug der Astrophysik noch einmal zurück zu kommen.

Referent möchte noch hinzufügen, dass Herr Hale neuerdings die oben geforderte Einrichtung getroffen hat, durch welche auch der photographischen Platte eine Bewegung ertheilt wird, die so berechnet ist, dass die Verzerrung aufgehoben ist und also der Apparat gleich distorsionsfreie Bilder liefert.

7. Das Spektroskop des *Royal Observatory Edinburgh.* Von C. Becker.

Das Spektroskop der Edinburger Sternwarte ist ein in grossen Dimensionen ausgeführtes Spektrometer. Kollimatorrohr und Beobachtungsfernrohr haben Objektive von vier Zoll Durchmesser und sind um einen unveränderlichen Winkel von ungefähr 25° gegen einander geneigt. Als Dispersionsmittel dient ein grosses Rowland'sches Gitter, dessen Drehung die Position der Linien angiebt, aber nicht in der gewöhnlichen Weise durch Messung an einem getheilten Kreise, sondern durch eine Registrirvorrichtung. Dieselbe zerfällt in zwei Theile, nämlich in ein System von Schrauben ohne Ende und Zahnräder zur Vergrösserung des Winkels, um welchen der das Gitter tragende Tisch gedreht wird, und in die eigentlich registrirende Vorrichtung. Die Winkelvergrösserung des ersten Systems beträgt:

$$180 \times \frac{150}{15} \times \frac{140}{15} = 16800;$$

d. h. einer Drehung der Handhabe entspricht $^1/_{16800}$ Drehung am Gitter. Diese Handhabe ist jedoch nicht unmittelbar an der Axe des letzten Rades befestigt, sondern sie übermittelt ihre Drehung derselben durch eine Verbindung, welche keine longitudinale Verschiebung erlaubt, und die der Beschreibung nach ein etwas verbesserter Hooke'scher Schlüssel zu sein scheint. Am anderen Ende der Handhabe befindet sich der Registrirapparat, bestehend im Wesentlichen aus einer Walze, über welche ein Papierstreifen läuft, in den fünf verschiedene Nadeln eingedrückt werden können.

Die mit dieser Registrirvorrichtung erreichte Vergrösserung des Spektrums ist naturgemäss eine sehr bedeutende, dasselbe umfasst von der Wellenlänge 602 μμ bis 486 μμ eine Länge von 314 Fuss.

Die Beobachtung gestaltet sich folgendermaassen: Der Beobachter dreht mit der rechten Hand die Handhabe und damit die Registrirwalze und den Papier-

streifen, gleichzeitig durch die angedeuteten Uebertragungen auch das Tischchen, auf welchem sich das Gitter befindet. Hierdurch laufen die Spektrallinien durch das Gesichtsfeld, und im Momente, wo eine Linie mit dem Durchschnittspunkt des Fadenkreuzes koinzidirt, werden mit der linken die Registrirnadeln herabgedrückt; die Anzahl derselben giebt die Stärke der Linien an. Als wahrscheinlichen Fehler in der relativen Position einer Linie findet Verfasser 0",77 für eine Registrirung. Verfasser giebt übrigens selbst an, dass der Zweck dieses Instrumentes auf sehr viel einfachere Weise zu erreichen ist, indem an dem Tischchen des Spektroskopes ein fester, ausbalanzirter langer Arm angebracht wird, der durch eine registrirende Schraube am äussersten Ende, ähnlich der üblichen Feinbewegungen, verschoben wird.

8. Das *TulseHill*-Spektroskop. Von W. Huggins.

Das grosse Sternspektroskop, welches Huggins für seinen 15-zölligen Refraktor hat bauen lassen, ist zwar auch eine Art von Universalapparat, doch nicht ganz in dem Sinne wie das Keeler'sche Spektroskop. Es ist nicht zu verkennen, wie sehr sich der Altmeister der Astrophysik bemüht hat, trotz einiger umtauschbarer Theile seinem Apparate möglichste Festigkeit zu geben.

Das eigentliche Spektroskop ist in drei Stahlröhren eingeschlossen, welche unter sich fest verbunden sind, auch wenn das Instrument nicht am Refraktor befestigt ist. Kollimator- und Beobachtungsfernrohr sind unter einem Winkel von 25° unveränderlich fest mit einander verbunden, die Messung geschieht durch ablesbare Drehung eines in der unteren Büchse befindlichen Tischchens, welches entweder ein grosses Rowland'sches Gitter, oder ein Prisma von 37° brechendem Winkel, dessen eine Fläche versilbert ist, trägt. Das Beobachtungsfernrohr ist mit einem Mikrometerokulare versehen, kann aber auch durch eine kleine Kamera für photographische Zwecke ersetzt werden; übrigens kann auch die das Gitter oder das erwähnte Prisma bewegende Büchse durch eine andere ersetzt werden, welche eine Anzahl gewöhnlicher Prismen enthält.

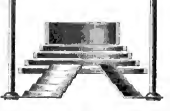
Die für photographische Aufnahmen so schwierige Aufgabe, den betreffenden Stern in den Spalt zu bringen, und ihn daselbst während der ganzen Expositionszeit festzuhalten, hat bei diesem Instrumente Huggins auf vorzügliche Weise gelöst. Die hierauf sich beziehende Einrichtung ist jedenfalls der interessanteste Theil des Spektroskopes. Die Spaltbacken sind aus Spiegelmetall hergestellt, eben geschliffen und polirt, aber ein wenig gegen die optische Axe des Fernrohrs geneigt. Das auf die Spaltebene fallende Bild wird dicht seitlich des vom Fernrohrobjektiv kommenden Strahlenbündels durch ein totalreflektirendes Prisma aufgefangen und durch ein Okular betrachtet. Man erhält so ein Gesichtsfeld von 5′ Durchmesser, in welchem sämmtliche Sterne und gleichzeitig der Spalt auf das deutlichste zu sehen sind, so dass es leicht ist, jeden Stern auf den Spalt einzustellen und auf demselben zu halten.

Ueber eine Neuerung an Waagen der Firma J. Nemetz.

Von

R. Pensky in Berlin.

Im *Jahrgange 1892 d. Zeitschrift S. 222* ist ein Ueberblick über die bisher an Präzisionswaagen angewendeten Einrichtungen zur Auflegung von Zulagegewichten ohne Oeffnung des Waagekastens gegeben und eine neuere Einrichtung der Firma Jos. Nemetz in Wien zur Auflegung der Bruchgramme näher beschrieben. Neuerdings hat diese Firma ihre Waagen mit einer weiteren Einrichtung, die auch in Chicago ausgestellt war, ausgestattet, mittels deren auch grössere Gewichte bis zum Betrage von 99 *g* bei geschlossenem Waagekasten aufgelegt werden. Diese Einrichtung beruht auf der Anwendung von vier ringförmigen Gewichten zu je 10 *g* und einem von 50 *g* Gewicht. Diese werden auf eine entsprechend gestaltete Schale, deren Form aus nebenstehender Figur ersichtlich, durch Drehung eines entsprechend bezifferten Knopfes abgesetzt. Die Exzentereinrichtung ist derart angeordnet, dass nacheinander zunächst die vier Ringe zu 10 *g* abgelegt werden, so dass die Schale nacheinander mit 10, 20, 30 und 40 *g* belastet ist. Bei Drehung des Knopfes auf 5 wird der 50 *g*-Ring aufgesetzt und gleichzeitig werden die vier Ringe zu 10 *g* abgehoben. Bei fernerer Drehung des Knopfes werden diese nacheinander aufgesetzt, so dass die Belastung der Schale mit 60, 70, 80 und 90 *g* erfolgt. Für die Zulagen von je einem Gramm ist ein entsprechendes System aus vier Scheibengewichten zu je 1 *g* und einem von 5 *g* vorgesehen, welche durch Drehung eines zweiten Knopfes durch Vermittlung von fünf Elfenbeinstiften, auf denen sie ruhen, an bestimmten Plätzen der obersten Schalenplatte abgesetzt werden und zwar in derselben Reihenfolge wie die Zehnerringe. Für die Tarirung der Bruchgramme wird die a. a. O. beschriebene Einrichtung angewendet, mittels deren durch Drehung zweier weiteren Knöpfe die an Sternrädchen hängenden 100 *mg*- bezw. 10 *mg*-Gewichte mechanisch aufgesetzt werden. Praktisch erheblich ist es, dass der Wägende den Betrag der aufgesetzten Gewichte sofort an der Stellung der Knöpfe abliest. Der erhebliche Vortheil der beschriebenen systematischen Durchführung der mechanischen Gewichtsauflegung besteht neben der leichten Ablesbarkeit vornehmlich in der Zeitersparniss, welche für chemische und technische Wägungen von Bedeutung ist. Da jedoch das Auflegen bei halb ausgelöster Waage erfolgen muss, so ist eine sehr subtile Handhabung vornehmlich beim Aufsetzen der Ringgewichte erforderlich, um zu vermeiden, dass durch die sonst auftretenden Stösse die Schneiden der Waage selbst eine stärkere Abnutzung erfahren.

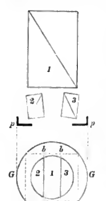


Ueber eine Verbesserung an Halbschattenpolarisatoren.

Von
Prof. Dr. **F. Lippich** in Prag.

Die nach meinen Angaben konstruirten Halbschattenapparate ermöglichen, wenn die nöthigen Bedingungen für den Schnitt der Prismen und für den Strahlengang im Apparate eingehalten werden, einen sehr hohen Grad der Genauigkeit, wie dies bereits von verschiedenen Seiten und von mir in mehreren Abhandlungen nachgewiesen wurde. Messungen, welche die absolute Bestimmung der Drehung einer nahe 1 *mm* dicken Quarzplatte unter Anwendung spektralen Lichtes zum Zwecke hatten[1]), haben dargethan, dass selbst unter den nicht sehr günstigen Versuchsbedingungen die mittleren Einstellungsfehler bei einer Gesammtdrehung von nahe $23°,5$ den Betrag von 8″ nicht überschritten, also, da einer Quarzplatte von 1 μ Dicke eine Drehung von 75″ für Natriumlicht entspricht, die Plattendicke bis auf 0,1 μ genau bestimmt werden muss, damit die Längenmessungen gleichen Schritt mit den optischen halten. Die Länge einer Flüssigkeitsröhre bis auf den 10000sten Theil genau zu messen, erfordert aber bereits die Anwendung feinerer instrumenteller Hilfsmittel, die noch bedeutend gesteigert werden müssten, wollte man die Genauigkeit verzehnfachen und die Drehungen bis auf 1″ genau bestimmen, was übrigens unter besonderen Umständen, namentlich bei genügender Helligkeit der Lichtquelle, schon durch die bisherigen Halbschattenmethoden geleistet werden kann.

Es möchte daher scheinen, dass es wenig Interesse habe, die Genauigkeit der Polarimeter noch weiter zu steigern. Für die gewöhnlichen Anwendungen der Praxis dürfte das auch zuzugeben sein, aber für spezielle wissenschaftliche Fragen oder für fundamentale Messungen wird eine höhere Genauigkeit gewiss nur erwünscht sein können. Ueberdies wird eine solche auch in allen Fällen zu Gute kommen, in welchen eine zu geringe Helligkeit der Lichtquelle die jetzige Genauigkeit nicht voll auszunutzen gestattet, und die grössere Sicherheit der Einstellung wird ein rascheres Arbeiten ermöglichen.



Durch Ueberlegungen, die zum Theil schon in meinen früheren Arbeiten über polaristrobometrische Methoden enthalten sind und wobei insbesondere auf die Vereinfachung des Halbschattenprinzipes[2]) hingewiesen werden mag, bin ich auf eine Anordnung geführt worden, welche sich von der gewöhnlichen nur dadurch unterscheidet, dass statt eines sogenannten Halbprismas deren zwei in symmetrischer Stellung verwendet werden. In nebenstehender Figur ist von oben gesehen 1 das grosse um die Rohraxe behufs Aenderung der Beschattung drehbare Prisma, 2 und 3 sind die beiden Halbprismen, von denen das eine festsitzt, das andere ebenfalls um die Rohraxe gedreht werden kann, *pp* ist das vorgesetzte Diaphragma; 1, 2, 3 zusammen bilden den Halbschattenpolarisator. *GG* zeigt das Gesichtsfeld, wie es durch das Fernrohr gesehen wird.

[1]) *Zur Theorie der Halbschattenpolarimeter. Wiener Ber. Bd. XCIX. 1890. Ueber die Vergleichbarkeit polarimetrischer Messungen. Diese Zeitschrift 1892. S. 333.*

[2]) *Wiener Ber. Bd. XCI. 1885. S. 1065.*

Die Halbprismen werden zweckmässig durch Zerschneiden eines Halbprismas von doppelter Höhe = *zab* hergestellt. Sind ihre Kanten *ab* parallel, so sind es dann auch die Hauptschnitte. Natürlich könnten statt der Halbprismen auch Laurent-Platten verwendet werden.

Die Vortheile dieser Anordnung bestehen erstens in der Vermehrung der Felder, an denen die Gleichheit der Helligkeit beurtheilt werden kann, und die so lange günstig wirken wird, als die Dimensionen der einzelnen Felder nicht zu klein werden. Zweitens ist die symmetrische Anordnung in der jeweiligen Vertheilung der Helligkeiten an sich geeignet, die Sicherheit der Einstellung zu erhöhen. Ein dritter, wesentlicher Nutzen lässt sich durch eine kleine Verdrehung des einen Halbprismas gegen das andere erreichen, wie aus der folgenden Betrachtung hervorgeht. Denken wir uns die Halbprismen genau parallel gestellt und den Analysator in jener Lage, bei welcher die drei Felder, objektiv genommen, gleiche Helligkeiten haben. Man wird nun den Analysator nach rechts und links um einen gewissen Winkel φ zu drehen haben, damit ein Helligkeitsunterschied zwischen dem Mittelfeld und den Seitenfeldern eben schon bemerkbar zu werden beginnt; $z\varphi$ wäre also die Unsicherheit der Einstellung bei der jetzigen Anordnung. Drehen wir aber das eine Halbprisma, z. B. 2, aus seiner Parallelstellung zu 3 um den Winkel φ heraus, so liegen die Verhältnisse anders. Geben wir nämlich dem Polarisator eine solche Lage, dass beispielsweise ein Helligkeitsunterschied eben zwischen 1 und 2 bemerkbar wird, so genügt eine Drehung desselben um den Winkel φ in gewissem Sinne, um einen Helligkeitsunterschied zwischen 1 und 3 eben bemerkbar zu machen; die Unsicherheit der Einstellung wäre demnach φ, also halb so gross wie früher.

Mittels zweier Halbprismen, wie sie mir eben zu Gebote standen, habe ich die beschriebene Anordnung einer provisorischen Prüfung unterzogen, und obgleich die Justirung der einzelnen Theile sehr viel zu wünschen übrig liess, doch bereits Resultate erhalten, die einen nicht unbedeutenden Fortschritt konstatiren lassen. Ich behalte mir vor, den zahlenmässigen Nachweis hierfür mittels eines mit aller Sorgfalt nach den dargelegten Prinzipien konstruirten Polarisators zu erbringen.

Prag, Juli 1894.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Präzisionsmechanik und Feinoptik auf der Kolumbischen Weltausstellung in Chicago 1893.

Von **B. Pensky** und Prof. Dr. **A. Westphal.**

(Fortsetzung.)

Die Feinoptik bot zunächst in der Ausstellung des bereits erwähnten J. A. Brashear schöne Leistungen. Ausser dem für das Yerkes-Teleskop bestimmten Telespektrometer, für Prismen und Gitter eingerichtet, sowie Spektroskopen, zeigte diese Gruppe eine Anzahl der schönen Rowland'schen Gitter, d. h. ebene polirte Platten von Spiegelmetall, auf welchen in gleichen Abständen Linien gezogen sind, deren Zahl bis zu 20000 auf die Länge eines Zolles beträgt, Planspiegel und Objektive, von denen das grösste von 18" aus deutschem Jenaer Glas hergestellt, einen Werth von 6500 Dollar repräsentirte. — Die Gundlach Optical Co. in Rochester präsentirte ihre photographischen Objektive und Mikroskope. Besonders bemerkenswerth ist ein Teleskopspiegel, dessen hintere Seite die Belegung erhält, während der vorderen eine solche

Krümmung gegeben ist, dass der Strahlengang der gleiche ist wie bei einem vorn belegten parabolischen Reflektor. — Die Bausch & Lomb Optical Co., Rochester, wohl eine der grössten optischen Firmen in Amerika, — sie arbeitet mit einer Betriebskraft von etwa 180 Pferdekräften, — hatte eine grosse Kollektion ihrer Erzeugnisse, die ganze Formenvarietät ihrer Mikroskope, Mikrotome, photographischen Objektive, unter denen die deutschen Zeiss'schen Anastigmate die erste Stelle einnehmen, vorgeführt; für diese hat die Firma die Lizenz zur Herstellung in Amerika erworben; endlich hatte die Firma Apparate für Mikrophotographie ausgestellt. Eine recht interessante halbkugelförmige Blende, welche die Zeiss'sche Irisblende ersetzen soll, bildete eine Eigenthümlichkeit der von der Firma ausgestellten Mikroskope. — Wir wollen hieran anschliessend eines von John J. Griffith ausgestellten Reisemikroskopes Erwähnung thun, welches in geschickter Weise einzelne Theile des auseinander zu nehmenden Instrumentes als Nebenapparate benutzbar macht. — Als Aussteller optischer Gebrauchsinstrumente für die ärztliche Untersuchung des Auges und für die Korrektion von Brechungsfehlern desselben kamen vorzugsweise Hardy & Co. und die Geneva Optical Co., beide in Chicago, in Betracht. Erstere Firma hat ein besonders weitgehend durchgebildetes System von Brillen in Verbindung mit bequemen Formularen für die Angabe der einzelnen Daten durch den „Okulisten". Es sei hier bemerkt, dass die Auswahl der Brillen nach Bestimmung der Fehler des Auges durch den Arzt oder Okulisten erfolgt und letztere Thätigkeit häufig durch Frauen ausgeübt wird, welche im *„Ophtalmic College"* Gelegenheit zu einer speziellen Vorbildung finden. So hatte eine dieser Damen neben der Ausstellung von Instrumenten zur Augenprüfung das etwas phrasenhaft abgefasste Zeugniss des *„Chicago Ophtalmic College"* ausgestellt, welches bescheinigt, dass Anna Carter fähig sei, „Fehler der Brechung zu bestimmen und zu korrigiren". Die Geneva Optical Co. hatte neben ihren Mitteln zur Augenprüfung einige ihrer Instrumente zur angenäherten Linsenbestimmung durch Messung vorgeführt.

Eine ausgedehnte Ausstellung physikalischer Apparate nebst Mikroskopen und einfachen Vermessungsinstrumenten hatte Queen & Co., Philadelphia, ausgestellt, welche indess nichts Bemerkenswerthes zeigte und zum Theil anderen Produktionsstätten entstammte. Dasselbe gilt von den Ausstellungen anderer Handelsfirmen. Mit Zeicheninstrumenten eigener Herstellung war die Firma Theo. Alteneder & Sons, Philadelphia, vorzüglich vertreten. Sie ist die Urheberin mancher Verbesserungen in der Detailausführung, welche zum Theil von anderen Fabrikanten adoptirt wurden; die Inhaber sind Deutsche.

Hiermit hätten wir unseren Ueberblick über das auf dem Gebiete der Präzisionsmechanik und Optik seitens amerikanischer Industrieller Gebotene beendet. Es erübrigt nur noch, einen Blick auf einige Ausstellungsgruppen zu werfen, welche sachlich hierhergehören und von Gelehrten oder Instituten ausgestellt waren. Hier sind zunächst die selbstregistrirenden und das Ergebniss in Zahlen druckenden Instrumente von Prof. Hough hervorzuheben, welche zwar nicht in neuester Zeit konstruirt wurden, aber einige ganz interessante Einzelheiten bieten. Es war ein Barograph und ein Chronograph ausgestellt. Prof. Rogers hatte seine Methoden zur Herstellung von Kreistheilungen, Längenmaassen, ebenen Flächen, Parallelführungen und feinen Schrauben durch Vorführung seiner Theilmaschinen und Längenmaasse sowie einer genau gearbeiteten Schraube demonstrirt. Prof. Robinson hatte neben dem von ihm bereits früher konstruirten Odontographen seine Apparate zur Messung von Druck, Geschwindigkeit und Menge des eine Röhre durchströmenden Gases vorgeführt, wie sie in Amerika bei den Leitungen des natürlichen Gases vielfach in Anwendung kommen, in denen der Druck mitunter bis zu 7 Atmosphären steigt. Hieran anschliessend möge noch einer merkwürdigen Ausstellung einer „Studie in Uhren" von Hezekiah Conant in Pawtucket Erwähnung gethan werden, in welcher der Versuch gemacht wird, durch Anwendung von zwei, drei und vier Pendeln und kombinirte Uebertragung ihrer Bewegungen auf das Zeigerwerk die Unregelmässigkeiten des Ganges auszuschliessen oder zu vermindern!

Wir kommen endlich zu den Ausstellungen amerikanischer wissenschaftlicher Staatsinstitute. Ihre Anzahl ist gering, da in Amerika die Pflege der Wissenschaft meist in den Händen von Privatinstituten liegt und privater Fürsorge überlassen ist. Die wenigen von der Zentralregierung in Washington unterhaltenen wissenschaftlichen Institute sind von der öffentlichen Meinung abhängig; ihre Existenz, ihr Wohl und Wehe ist in viel höherem Grade den wechselnden Meinungen der Volksvertretung anheimgegeben, als dies in europäischen Ländern der Fall ist. Diese Institute sind daher viel mehr als ihre europäischen Genossen darauf angewiesen, das Publikum über ihre Bestrebungen und über den Nutzen, den sie dem Staate bringen, aufzuklären, als dies in Europa der Fall ist. Die Institute hatten denn auch die günstige Gelegenheit der Ausstellung zur Belehrung des Publikums in umfangreichster Weise benutzt. Wir erwähnen zunächst die Ausstellung der *U. S. Coast and Geodetic Survey*. Die Aufgaben dieses Institutes umfassen die gesammte Vermessung der Küsten und des Innern der Vereinigten Staaten. Der erhebliche Umfang dieser Arbeiten wurde an einem in grossen Dimensionen hergestellten Modell des nordamerikanischen Kontinentes gezeigt, auf welchem die bisher ausgeführten Dreiecksnetze, die gemessenen Grundlinien, die astronomischen und Pendelstationen verzeichnet waren. Die für die grundlegenden geodätischen Operationen dienenden Basisapparate waren in den Konstruktionen vorgeführt, welche gegenwärtig von der *Coast Survey* benutzt werden. Zunächst ein für geringere Genauigkeitszwecke dienender Apparat, ein stählernes Bändermaass, nach dem Vorschlage des Schweden Jäderin konstruirt, mit Einrichtungen zur Bestimmung der Spannung und der Temperatur, ein Apparat, welcher auch in unseren deutschen Kolonien benutzt wird. Sodann mehrere genauere Apparate; zunächst ein monometallischer Basisapparat mit 5 *m* langen Stahlmaassstäben; der Apparat ist für Kontaktmessung eingerichtet; das Prinzip der Messung ist das des beweglichen Kontaktschlittens, der sich gegen ein festes Ende legt, ein Prinzip, das gegen Ende des vorigen Jahrhunderts der englische General Roy angegeben hat. Ein zweiter Basisapparat, für dieselbe Art der Kontaktmessung eingerichtet, bestand aus Metallthermometer-Maassstäben (Stahl und Messing); für jeden Stab bestehen besondere Kontakteinrichtungen; beide Stäbe liegen in einem leicht drehbaren Zylinder, so dass abwechselnd der Stahl- und der Messingstab der Sonnenstrahlung bezw. der Wärmestrahlung des Bodens ausgesetzt werden kann. Beide Apparate waren mit Einrichtungen zur Bestimmung der genauen Richtung der Basislinie, zur Ablothung, zur Reduktion auf eine Horizontale u. s. w., versehen; theilweise werden hierbei noch ältere Einrichtungen verwendet. Interessant war ein Apparat, bei welchem die Messstange fortwährend in feingestossenem Eise liegt (*Ice-bar-apparatus*) und daher immer dieselbe Temperatur hat (vgl. *diese Zeitschr. 1893 S. 466*); dieser Apparat dient indess nicht zum Gebrauche im Felde, sondern nur zur Messung kleiner Grundlinien (100 *m* und 1 *km*); durch Messung dieser kleinen Strecken mittels der eigentlichen Feldapparate werden die Messstangen dieser mit derjenigen des *Ice-bar-apparatus* verglichen und gewissermaassen geaicht. Nächst diesen Basisapparaten waren alle Arten der bei der Triangulation benutzten sowie die astronomisch-geodätischen Instrumente vorgeführt, welche zur Längen- und Breitenbestimmung der Hauptstationen in Gebrauch sind; dieselben werden zum Theil in der eigenen Werkstätte des Instituts hergestellt und zeigten mannigfache konstruktive Verbesserungen einzelner Theile. (An dieser Stelle sei eines nicht zur Ausstellung der *Coast Survey* gehörenden, aber historisch interessanten in demselben Gebäude ausgestellten Instrumentes gedacht, des ersten in Amerika hergestellten Zenithteleskops, dessen sich Major Talcott für die nach ihm benannte Methode der Breitenbestimmung 1853 bediente, nachdem das Prinzip der Methode von dem Dänen Horrebow zwar angegeben, aber nicht in die Praxis eingeführt war.) Die für die Messung der Schwerenwirkung und daher für die Bestimmung der Figur der Erde so überaus wichtigen Pendelapparate waren in den verschiedenen Formen, in denen sie von Repsold, Peirce und Mendenhall ausgeführt beziehungsweise angegeben sind, vorhanden. Nur kurz sei der Instrumente für Höhen-, topographische, magnetische und Fluthmessung Erwähnung gethan.

Unter den letzteren erregte ein besonderes Interesse die Maschine zur Vorausbestimmung der Fluth von Ferrel, welche bei der Herstellung der von der *Coast Survey* jährlich für die amerikanischen Küsten herausgegebenen Fluthtafeln benutzt wird. Wenn die Maschine für das Jahr und den betreffenden Hafen eingestellt ist, was etwa ½ Stunde erfordert, werden durch Drehen einer Kurbel auf rein mechanischem Wege die Tafelwerthe gewonnen, deren Berechnung etwa die 40fache Zeit erfordern würde. Der *Coast Survey* ist auch das amerikanische Aichwesen unterstellt. Dieser Zweig der Thätigkeit des Instituts wurde durch einen vollständigen Satz der Längen-, Hohlmaass- und Gewichtsnormale dargestellt, mit welchen das Institut auf Erfordern die einzelnen Staaten auszurüsten gesetzlich verpflichtet ist; hierunter befanden sich einige besonders bemerkenswerthe Stücke der eigenen Normale, sowie Waagen. Diese Ausgabe übereinstimmender Normale und zwar nach englischem und metrischem System ist die einzige von der Bundesregierung auf Grund von Kongressakten ausgeübte Einwirkung auf das Maass- und Gewichtswesen der einzelnen Staaten, welche im Uebrigen die gesetzlichen Vorschriften für den Handelsverkehr selbständig regeln.

Das dem Marineamt unterstellte *„Naval Observatory“* hatte ein kleines Observatorium in der Nähe des Seegestades hergerichtet, in welchem ein fünfzölliger Refraktor von Clark dem Publikum zur Beobachtung der Sonnenflecke zur Verfügung gestellt war. Neben einem Meridiankreise war ferner ein grösserer Photoheliograph vorhanden, ein Instrument zur photographischen Aufnahme der Sonne, dessen lange Kamera horizontal und fest aufgestellt war, während das Sonnenbild durch Heliostaten in die Richtung der Kamera geworfen wurde; das Instrument ist bei den amerikanischen Expeditionen zur Beobachtung des Venusdurchganges benutzt worden. Astronomische Uhren in Verbindung mit einer vollständigen Umschalt- und Signalstation zeigten neben dem Modell eines Zeitballs den von dem Observatorium organisirten Zeitsignaldienst. Chronometer, Apparate zur Prüfung von Sextanten und Spiegelplatten demonstrirten andere Zweige der laufenden Thätigkeit des Observatoriums. Unter den Chronometern befand sich eines, welches auf dem amerikanischen Kreuzer Vandalia jenen verhängnissvollen Orkan durchgemacht hatte, welcher 1888 vor Apia unserer Flotte einen so herben Verlust bereitete; die Glasplatte dieses Chronometers war durch zahllose feinstrahlige Risse zersprengt, das Werk jedoch intakt geblieben. Ferner waren zwei Chronometer, von Negus in London, gleichfalls von historischem Interesse. Dieselben waren bei Polarexpeditionen benutzt worden, das eine auf Kapitän Hall's, das andere auf der Jeannette-Expedition; sie hatten beide mehrere Jahre im Eise gelegen, waren von englischen Schiffen wieder aufgefunden und zeigten nach ihrer Ingangsetzung dasselbe ausgezeichnete Verhalten wie vorher. Interesse bot hier auch ein Kästchen, welches die verschiedenen Stadien der Herstellung der wichtigsten Chronometertheile anschaulich vorführte. In dem im Michigansee selbst auf Pfahlwerk erbauten naturgetreuen Modell des Kriegsschiffes Illinois waren neben der sonstigen Ausrüstung sämmtliche nautischen Instrumente sowie die zu hydrographischen und meteorologischen Bestimmungen erforderlichen Apparate der gebräuchlichen Art vertreten.

Erhebliches Interesse, für Fachleute nicht minder wie für das grosse Publikum, hatte die in einem besonderen, eine meteorologische Station darstellenden Gebäude untergebrachte Ausstellung des *Weather Bureau*. Diesem, dem landwirthschaftlichen Departement unterstellten Bureau, liegt die Herstellung der Wetterkarten, die Wetterprognose und deren Veröffentlichung, Sturmwarnungen u. s. w. ob. Das Bureau besitzt für seine Zwecke Registrirapparate in erheblich grösserem Umfange, als dies in Europa üblich ist. Da diese Apparate, wenn sie den höchsten wissenschaftlichen Anforderungen genügen sollen, sehr kostspielig sind, hat der Vorsteher der Instrumentenabtheilung des Bureaus, Prof. Marvin, eine Reihe von registrirenden Apparaten für geringere Genauigkeit, wie sie für praktische meteorologische Zwecke vollständig genügen, konstruirt. Bei diesen sich dem praktischen Zwecke anpassenden Konstruktionen sind frühere Konstruktionen, z. B. das

Sprung'sche Prinzip des Laufgewichts, mit Vortheil und Geschick verwendet werden. Es waren vorhanden Barographen, Thermographen, registrirende Regenmesser (Ombrographen), endlich ein Anemograph, der Windrichtung und Windgeschwindigkeit, gleichzeitig auch den Sonnenschein registrirte; die Apparate wurden in Thätigkeit gezeigt.

Wir beenden hiermit unseren Ueberblick über die Ausstellungen der fremden Nationen auf dem Gebiete der Mechanik und Optik. Die Betrachtungen und Erfahrungen, welche sich beim Studium derselben für unsere heimische Industrie ergeben, wollen wir im dritten Abschnitte behandeln. [1]　　(Fortsetzung folgt.)

[1]) Wir hatten in einem früheren Abschnitte dieses Berichts einer Einrichtung von Saegmüller zum schnellen Horizontiren von geodätischen Instrumenten erwähnt. Wir werden von mehreren Seiten darauf aufmerksam gemacht, dass diese Einrichtung alt ist. Herr Prof. H. Bruns theilt uns mit, dass die Einrichtung an einem der Leipziger Sternwarte gehörigen Dollond'schen Fernrohre bzw. an dessen altem Stativ dazu benutzt sei, um rasch von der horizontalen in die aequatoreale Lage überzugehen; Prof. Bruns ist seiner Erinnerung nach geneigt, die Einrichtung auf Smeaton, den berühmten Erbauer des *Eddystone*-Leuchtthurms zurückzuführen. — Herr Prof. Dr. Kuntze-Tharand hat bereits im Jahre 1871 Nivellirinstrumente und Theodolite mit dieser Einrichtung von dem verstorbenen Mechaniker Carl Osterland in Freiberg in Sachsen gekauft und glaubt diesem das Verdienst der Erfindung zuschreiben zu sollen. Herr C. Reichel ferner weiss, dass das Prinzip längst patentirt worden ist. Endlich hat Herr K. Friedrich die Einrichtung an einem der Berliner Handwerkerschule gehörigen, von Stein & Bohne in Berlin gefertigten Instrumente gesehen, an welchem sie als Patent R. Jaehns bezeichnet wird. Wir werden uns bemühen, die Zeit der Erfindung festzustellen. — Sodann machen uns Herr Prof. Dr. Kuntze-Tharand und Herr Max Hildebrand-Freiberg i. S. darauf aufmerksam, dass Stahlmessbänder von 300 *Fuss* Länge, wie sie bei der Ausstellung von Keuffel & Esser in New-York erwähnt wurden, in Deutschland durchaus nicht selten sind, sondern dass August Lingke & Co. in Freiberg i. S. (jetzt Max Hildebrand) bereits seit länger als 20 Jahren Stahlbänder bis zu 250 *m* mit zweckentsprechendem Aufwicklungsrade anfertigen.

Referate.

Beschreibung einiger neuen sehr empfindlichen Methoden zur Messung von Drucken.

Von G. Guglielmo. *R. Accad. d. Lincei. Rendic. Estr. d. vol. II. 1. Sem. Ser. 5a.* (*1893.*)

Die gebräuchlichen Manometer oder Barometer bestehen meistens aus zwei mit einander in Verbindung stehenden Behältern oder Röhren, die eine Flüssigkeit enthalten. Wird in der einen Röhre der Druck geändert, so tritt eine bestimmte Flüssigkeitsmenge, deren Volum gleich dem Produkt aus der Verschiebung des Meniskus und dem Querschnitt der Röhre ist, in die andere herüber. Sind die Röhren reichlich weit, so muss offenbar eine beträchtliche Flüssigkeitsmenge herüberwandern, um eine nur mässige Verschiebung des Meniskus zu bewirken. Diese Thatsache hat man nun vielfach zur Konstruktion empfindlicher Manometer u. s. w. zu verwerthen gesucht. Schon Descartes liess, nachdem beide Röhren mit Quecksilber beschickt waren, die eine sich oberhalb des Quecksilbermeniskus kapillar verengen und schichtete auf das Quecksilber eine andere Flüssigkeit derart, dass der Meniskus letzterer sich in der Kapillare befand. Die durch Druckänderung bewirkten Verschiebungen der beiden Menisken sind umgekehrt proportional dem Querschnitt der Röhrentheile.

Guthrie erdachte ein Heberbarometer, bei dem die beiden Schenkel durch ein nur 2 *mm* breites horizontales Kapillarrohr mit einander verbunden waren. In ihm war das Quecksilber durch eine Luftblase unterbrochen. Eine nur geringe Verschiebung des Quecksilbermeniskus im Schenkel brachte hier, ähnlich wie vorhin, eine bedeutende Verschiebung der Luftblase mit sich.

Colladon benutzte zur Herstellung von Manometern zwei mit einander nicht



mischbare Flüssigkeiten. Je ein Schenkel war mit der einen Flüssigkeit gefüllt, beide Schenkel durch ein Kapillarrohr, etwa zur Hälfte die eine und zur Hälfte die andere Flüssigkeit enthaltend, verbunden; die Berührungsstelle der beiden Flüssigkeiten befand sich also im Kapillarrohr und verschob sich schon bei geringen Druckänderungen.

Alle diese Methoden haben jedoch bestimmte Uebelstände; vor Allem kann der Einfluss der Kapillarität leicht Anlass zu Irrthümern geben. Deshalb empfiehlt Verfasser folgendes: Man nehme ein Manometer, das aus zwei mit einander kommunizirenden mit einer Flüssigkeit gefüllten Röhren, A und B, bestehe, S sei der innere konstante Querschnitt von A und S' der von B. Die eine Flüssigkeitsoberfläche (in A) stelle man bei einem bestimmten Druck auf eine Marke genau ein. Wird dieser Druck geändert, so wird auch die Einstellung zerstört und, um sie wiederherzustellen, wird man eine bestimmte Menge Flüssigkeit aus dem Manometer herausnehmen oder hinzufügen müssen. Zweckmässig bedient man sich dazu einer Bürette; sei h die Höhenänderung des Flüssigkeitsmeniskus in der Bürette (vom Querschnitt s), H die gesuchte Höhenänderung der Flüssigkeitsoberfläche im Manometer und v das vermittels der Bürette hinzugefügte oder weggenommene Volum, so ist:

$$v = SH = sh;\ H = \frac{s}{S}h = \frac{v}{S}.$$

Ist z. B. $s/S = 0{,}01$, so zeigt eine Aenderung des Werthes von h um 0,1 *mm* eine Druckänderung von 0,001 *mm* der betreffenden Flüssigkeit an. Der Gebrauch von Quecksilber als Manometerflüssigkeit ist vortheilhaft wegen der Genauigkeit, mit der man die fortgenommenen oder hinzugefügten Mengen messen kann, unvortheilhaft, weil durch das hohe spezifische Gewicht die Empfindlichkeit leidet. Man kann sich nun helfen, indem man Wasser als Manometerflüssigkeit und Quecksilber zum Fortnehmen und Hinzufügen benutzt. Zu dem Zwecke bedient man sich eines kleinen Quecksilber enthaltenden Gefässes, das vollkommen in das Wasser des offenen Schenkels eingetaucht ist.

Eine wesentliche Bedingung für das empfindliche Arbeiten dieses Manometers ist die genaue Einstellung auf die Marke. Um dies zu erreichen, ist vor Allem eine Vorrichtung nothwendig, die ein langsames und allmäliges Fortnehmen und Hinzufügen der Flüssigkeit gestattet. Eine solche Vorrichtung ist leicht hergestellt, indem man das obere Ende der Bürette mit einem Gummischlauch mit Quetschhahn versieht, wodurch die Möglichkeit gegeben ist, durch Luftverdünnung ein langsames Aufsaugen der Flüssigkeit zu bewirken. Das Hinzufügen bereitet natürlich keine Schwierigkeit. Als Marke selbst wird ein im Innern des Rohres befindlicher Ansatz aus passendem Material vorgeschlagen. Bei Quecksilber soll er ausserhalb der Flüssigkeit liegen; seine senkrecht nach unten gebogene Spitze steht der Mitte der Flüssigkeitsoberfläche gegenüber; bei anderen Flüssigkeiten soll er in der Flüssigkeit und die nach oben gerichtete Spitze in einer Senkrechten mit der Mitte der Flüssigkeitsoberfläche liegen. Durch Beobachtung der Spiegelung, sowie der kleinen Vertiefungen bezw. Erhöhungen, die die Spitze auf der Oberfläche hervorbringt, will Verfasser die Einstellung mit nur 0,001 *mm* Fehler bewirken können. Bei Quecksilber empfiehlt sich ein elektrischer Kontakt.

In derselben Weise wie beim Manometer lässt sich die gleiche Vorrichtung beim Barometer anbringen und zwar kann man die Einstellung auf konstantes Niveau in dem einen oder im andern Schenkel vornehmen. Temperaturkorrektionen können, wenn neben dem Ausdehnungskoeffizienten des Quecksilbers auch der des Glases bekannt ist, leicht ausgerechnet werden. Aus der Rechnung lässt sich ersehen, dass bei Innehaltung bestimmter Verhältnisse die Temperaturkorrektion Null ist.

Schliesslich können auch in beiden Barometerschenkeln Marken angebracht und es kann nach einander auf sie eingestellt werden.

Die Beschreibung einiger ausgeführten Messungen soll später erfolgen.

M. L. B.

Beschreibung eines genauen absoluten Elekrometers von leichter Herstellbarkeit und einer neuen Methode zur Messung der Dielektrizitätskonstanten von Flüssigkeiten.

Von G. Guglielmo. (*R. Accad. d. Lincei. Rendic. Estr. d. vol. II. 1. Sem. Ser. 5a. 1893.*)

Da die elektrostatischen Drucke klein und die gebräuchlichen Manometer nicht genügend empfindlich sind, so hat man bisher, wenn auch die Idee, elektrostatische Drucke durch ein Manometer zu messen, keineswegs neu ist, doch nicht zu sehr befriedigenden Resultaten gelangen können. Verfasser benutzt nun die von ihm angegebene (s. vorstehendes Referat) empfindliche Methode zur Messung von Drucken zur Konstruktion eines neuen Elektrometers.

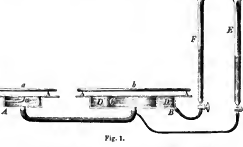


Fig. 1.

Der nebenstehende Apparat besteht aus folgenden Theilen:

1. Einem Behälter A, einem Glas- oder Metallzylinder von 3 bis 4 *cm* Durchmesser, dessen oberer Rand mit einem 1 bis 2 *cm* breiten ebenen Metallring umgeben ist. Er enthält eine Einstellmarke α (s. vorstehendes Referat), deren äusserstes Ende in der Ebene und in der Mitte der Ringoberfläche liegt, und ruht auf drei durch Schrauben beweglichen Füssen.

2. Einem zylindrischen Behälter B von etwa 28 *cm* Durchmesser und 1 *cm* Höhe, dessen oberer Rand von einem ebenen metallenen 2 bis 3 *cm* breiten Ring umgeben ist. Er ist in zwei konzentrische Abtheilungen C und D von gleicher Höhe getheilt und wird von drei durch Schrauben beweglichen Füssen getragen. Die beiden Behälter A und C stehen durch einen Gummischlauch mit einander in Verbindung und stellen mit Flüssigkeit gefüllt das Freiluftmanometer vor.

3. Zwei mit Theilung versehenen Mohr'schen Büretten E und F. Erstere steht mit A und C, letztere mit D in Verbindung.

4. Zwei metallenen Scheiben a und b mit ganz ebener unterer Fläche, die waagerecht über A und B auf drei isolirenden, gleich hohen auf den Ringen angebrachten Füssen liegen. Ihr Durchmesser ist etwa dem der unteren Ringe gleich oder etwas grösser.

Man füllt nun das Manometer mit der Flüssigkeit, verbindet die beiden Abtheilungen C und D durch einen kurzen Heber und bringt A, C und D auf gleiches Niveau. Nach Horizontalstellung des Apparates bestimmt man dann den Abstand d der beiden Scheiben von der Flüssigkeitsoberfläche. Wird letztere in A, C und D gleichmässig geändert, indem man das Flüssigkeitsvolum v aus der Bürette hinzufliessen lässt, so wird die Entfernung $= d - v/(S+S'+s)$, wo S, S' und s die Querschnitte von C, D und A bedeuten.

Gehen wir davon aus, dass die Manometerflüssigkeit ein Leiter ist, sich sämmtliche Theile des Apparates auf dem Potential Null befinden, die Flüssigkeit auf die Marke α genau einsteht, die Niveaus in A, C und D gleich sind und der Heber zwischen C und D weggenommen ist.

Bringen wir jetzt nur die Scheibe a auf das Potential V, so hebt sich die Flüssigkeit in A und die Einstellung wird zerstört. Um sie wiederherzustellen, muss man durch Ansaugen der Bürette aus dem Manometer ein entsprechendes Flüssigkeitsvolum v hinwegnehmen; die Niveaudifferenz in den beiden Manometerschenkeln wird alsdann v/S sein und der auf die Oberfläche der Flüssigkeit um die Einstellungsmarke ausgeübte elektrostatische Druck gleich $980\, v\delta/S$ ($C. G. S.$), wenn δ die Dichte der Flüssigkeit ist.

Bringt man allein die Scheibe b auf das Potential V, indem man die übrigen Theile auf Null belässt, so wird man, um wiederum auf die Marke einzustellen, das Flüssigkeitsvolum v' hinzufügen müssen; die Niveaudifferenz wird alsdann v'/S und der auf die freie Oberfläche von C ausgeübte elektrostatische Druck $980\, v'\delta / S$ $(C.\, G.\, S.)$ sein.

Ertheilt man schliesslich, wenn a sich auf dem Potential V und der übrige Theil auf Null befindet, und die Flüssigkeit auf die Marke eingestellt ist, b das Potential V, während man alles Uebrige auf Null bringt, so muss man, um die ursprüngliche Einstellung zu erhalten, ein Volum v'' $(= v + v')$ hinwegnehmen; die Niveauänderung in C ist in diesem Fall v''/S und die Summe der nacheinander auf A und C ausgeübten elektrostatischen Drucke $980\, v''\delta / S$ $(C.\, G.\, S.)$

Sind d und d' die Entfernungen der Scheiben a und b von den darunter stehenden Flüssigkeiten, wenn eine jede das Potential V hat, und auf die Marke eingestellt ist, und p, p', p'' die auf die eben beschriebenen drei Arten gemessenen elektrostatischen Drucke, so hat man:

$$V = d \sqrt{8 \pi p} = d' \sqrt{8 \pi p'} = d\, d' \sqrt{\frac{8 \pi p''}{d^2 + d'^2}} \quad (C.\, G.\, S.).$$

Besondere Bemerkungen. Der als „Schutzring“ dienende ebene Ring unter der Scheibe a kann ohne Schaden weggelassen werden; dagegen nicht zweckmässig der Ring unter b. Die Abtheilung D dient ebenfalls als Schutzring; sie ist dazu da, um die Forderung, dass die Oberfläche des Schutzringes mit der Oberfläche der elektrisch beeinflussten Masse in einer Ebene liegt, zu erfüllen. Bringt man nämlich b auf das Potential V, so erhebt sich die Flüssigkeit in C, aber nicht in D; nach Einstellung auf die Marke in A, wird man zu D das Flüssigkeitsvolum $v'S'/S$ hinzufügen müssen, um in D und C Niveaugleichheit zu erzielen. Durch dieses Hinzufügen wird die elektrische Vertheilung ein wenig geändert, die Einstellung auf die Marke in A zerstört und, um sie wiederherzustellen, wird man eine kleine Flüssigkeitsmenge aus dem Manometer hinwegnehmen müssen. Doch ist die ganze Korrektion so geringfügig, dass man ohne beträchtlichen Schaden überhaupt die beiden Abtheilungen C und D zu einer einzigen vereinigen kann.

Was speziell die Manometerflüssigkeit anlangt, so bietet das Quecksilber neben manchen Vortheilen den Nachtheil, dass es das Manometer in Folge seines hohen spezifischen Gewichtes zu unempfindlich macht. Reines Wasser verdampft zu stark, so dass die Isolation gefährdet ist; dagegen scheinen wässrige Salzlösungen oder mit Schwefelsäure versetztes Wasser gute Dienste zu leisten. Zu möglichst vollkommener Isolation empfiehlt es sich, die horizontale Fläche der Schutzringe mit Fett zu bestreichen.

Andere Elektrometerformen. Mit obigem Elektrometer ist man im Stande, das Potential V auf drei verschiedene Arten zu messen. Ist man mit einer einzigen Art zufrieden, so braucht man sich nur eines Gefässes und einer Scheibe zu bedienen; die Ausführung der Messung ist im Uebrigen dieselbe. Als sehr empfindlich wird sodann noch folgender abgeänderter Apparat bezeichnet.

In einer weiten Krystallisirschaale A befindet sich eine nicht zu schmale Glasröhre B von geringerer Höhe, die senkrecht derart gehalten wird, dass sie den Boden nicht berührt. Reines Wasser oder eine Salzlösung wird in die Schale gebracht, sodass es sie bis wenige mm unterhalb des oberen Randes von B anfüllt; darauf steht bis wenige mm über den Rand eine isolirende Flüssigkeit von ein wenig geringerer Dichte als Wasser.



Fig. 2.

a stellt eine Scheibe nahe über der Flüssigkeit vor, die auf das unbekannte Potential V gebracht werden kann, während das Wasser auf Null ist; b ist ein Schutzring.

In Folge der elektrischen Wirkung steigt das Wasser in der Röhre, eine Niveauungleichheit wird aber durch die Gegenwart der isolirenden Flüssigkeit nahezu vollständig verhindert, und zwar wird die Empfindlichkeit um so grösser sein, je weniger sich die spezifischen Gewichte der beiden Flüssigkeiten unterscheiden.

In der Figur stellt die horizontale punktirte Linie die Trennungsfläche der beiden Flüssigkeiten vor, die ausgezogene Linie nach der elektrischen Einwirkung dar.

Ist V klein, so kann man auch die Scheibe a in das Dielektrikum tauchen. — Der auf die in der Röhre befindliche Wasseroberfläche ausgeübte elektrostatische Druck ist: $h(\delta - \delta')\,980\,(C.\,G.\,S.)$, wenn h der Höhenunterschied ist, und δ und δ' die Dichten der beiden Flüssigkeiten bedeuten, oder auch gleich

$$\frac{1}{8\pi}\,\frac{V}{d+\frac{1}{K}\,d'},$$

wo d und d' die Dicken der zwischenliegenden Luftschicht und der des Dielektrikums und K die Dielektrizitätskonstante von letzterem sind.

Messung der Dielektrizitätskonstanten von Flüssigkeiten. Dass K mit Apparat 2 bei Kenntniss des Potentials V berechenbar ist, zeigt unmittelbar die letzte Formel. Aber auch die anderen vorhin erwähnten Apparate können nach leichter Abänderung zur Messung von Dielektrizitätskonstanten dienen. Man muss bei Apparat 1 dafür sorgen, dass die Böden der Behälter A und B von Metall, eben und horizontal sind, die Behälter selbst niedrig, damit die Dicke des Dielektrikums nicht zu gross wird, und dass die Schutzringe sich nicht am obersten Ende von A und B, sondern in einer Entfernung von den betreffenden Scheiben a und b befinden, die gleich ist $(d + d_1)/K$, wenn d und d_1 die Dicken der zwischen Scheibe und metallenem Boden gelegenen Schichten von Luft und Dielektrikum vorstellen. D kann unverändert bleiben, wofern nur die senkrechten Wände nicht aus Metall sind.

Ist V die Potentialdifferenz zwischen der Scheibe und dem metallenen Boden, so ist die elektrische Kraft

in der zwischengeschalteten Luft: $\dfrac{V}{\frac{d+d_1}{K}}$,

im Innern der Flüssigkeit: $\dfrac{V}{d+d_1}$.

Nennt man σ die elektrische Dichte der an der Oberfläche des Dielektrikums angenommenen Schicht, so folgt:

$$\frac{V(K-1)}{Kd+d_1} = 4\pi\sigma,$$

und für den elektrostatischen Druck:

$$p = 2\pi\sigma^2 = \frac{V^2}{8\pi}\left(\frac{K-1}{Kd+d_1}\right)^2.$$

Ist der Werth von p direkt gemessen und V bekannt, so kann K berechnet werden.

Ob sich sämmtliche oben beschriebene Apparate in der Praxis wirklich als brauchbar erweisen, ist aus der Abhandlung nicht zu ersehen. *M. L. B.*

Apparat zum Abwägen von Flüssigkeiten.

Von H. Schweitzer und E. Lungwitz. *Chem. Ztg. 18. S. 529. (1894.)*

Die von den Verfassern konstruirte Vorrichtung zum Abwägen von leicht verdampfenden Flüssigkeiten, von Fetten, Oelen, wie von rauchenden Säuren und ähnlichen Substanzen ist eine Pipette, die sich von den gewöhnlichen Vollpipetten dadurch unterscheidet, dass das Saugerohr in das Innere des Pipettenkörpers verlängert ist. Dort ist es derart umgebogen, dass das Ende möglichst nahe der seitlichen Wand zu liegen kommt. Der dieser Stelle gegenüber liegende Theil der Wand ist flachgedrückt, um ein sicheres Liegen auf der Waagschale zu ermöglichen. Man saugt so viel Flüssigkeit ein, dass nach dem Umlegen die Oeffnung des Saugrohres über dem Flüssigkeitsspiegel zu liegen kommt, und wägt.

Neu erschienene Bücher.

Hemmungen und Pendel für Präzisionsuhren und die Uhren des Riefler'schen Systems. Von J. B. Bauer, technischem Lehrer an der Kgl. Industrieschule zu München. 54 S. u. 25 Holzschnitte. München. 1893.

Verfasser erläutert in der aus einem Vortrag entstandenen Abhandlung zunächst einige wichtige Begriffe wie: wahre Zeit, mittlere Zeit, Sternzeit, mitteleuropäische Zeit, täglicher Gang und bespricht dann die Haupttheile einer Präzisionsuhr. In ausführlicher Weise wird das Echappement und das Pendel, welche Ingenieur Riefler bei seinen Präzisionsuhren jetzt zur Anwendung bringt, behandelt. Vom Riefler'schen Pendel ist schon in *dieser Zeitschrift 1893, S. 88* die Rede gewesen, weshalb hier nicht darauf eingegangen werden soll. Vielleicht nicht minder als dem Pendel verdanken aber, wenigstens nach Ansicht des Schreibers dieser Zeilen, die bisher konstruirten Riefler'schen Uhren ihren ausgezeichneten Gang dem Echappement. Das Pendel schwingt hierbei vollkommen frei; es erhält seinen Antrieb, wenn es nahezu seine tiefste Lage inne hat, dadurch, dass der obere Theil der Aufhängefeder durch eine vom Pendel selbst unabhängige Vorrichtung eine Biegung nach derselben Seite erfährt, nach welcher das Pendel schwingt. Diese verstärkte Biegung der Feder, die jedoch immer die gleiche ist, mag die im Steigrad wirkende Kraft gross oder klein sein, giebt dem Pendel einen neuen Impuls. Nur eine Aenderung in der Elastizität der Feder könnte eine Aenderung der Antriebskraft zur Folge haben.

Als günstiger Umstand ist hervorzuheben, dass der Pendelantrieb, weil er in der Krümmung der Feder besteht, in oder wenigstens ganz nahe der Schwingungsaxe stattfindet, und ferner, dass das Pendel zur Zeit des Antriebes seine grösste lebendige Kraft hat.

An Stelle des Steigrades besitzen die Riefler'schen Uhren ein Doppelrad, bestehend aus einem Hebungsrad und einem Ruberad. Beide Räder theilen sich, wie man aus der Bezeichnung sieht, in die sonst dem Steigrad obliegenden Funktionen.

Zum Schlusse bespricht Verfasser noch die Anwendung des Riefler'schen Pendels und Echappements auf Thurmuhren, wobei auch sehr befriedigende Resultate sich ergeben haben sollen. Die Uhr der Theatinerkirche in München soll gar nur einen mittleren täglichen Gangfehler von 0,12 Sekunden gezeigt haben! *Kn.*

G. J. Stoney, *On a mounting for the specula of reflecting telescopes.* Dublin. (*Sc. Proceed. R. Dubl. Soc.*) M. 1,50.

E. Pernice, Griechische Gewichte, gesammelt, beschrieben und erläutert. Berlin. M. 6,—

R. Rühlmann, Grundzüge der Elektrotechnik. Eine gemeinfassliche Darstellung der Starkstrom-Elektrotechnik. 1. Hälfte. Leipzig. M. 6,—.

F. Stolze, Die Stereoskopie und das Stereoskop in Theorie und Praxis. Halle. M. 5,—.

Vereins- und Personennachrichten.

Fünfter Deutscher Mechanikertag in Leipzig. Der fünfte deutsche Mechanikertag ist gemäss der durch den vorjährigen Mechanikertag zu München dem Vorstande ertheilten Ermächtigung auf den 21. und 22. September l. J. nach Leipzig einberufen worden. Die sehr reichhaltige und interessante Tagesordnung ist bereits durch das *Vereinsblatt No. 15 vom 1. August* mitgetheilt worden und enthält folgende Punkte: Sitzung am 21. September: 1. Jahresbericht des Vorsitzenden. — 2. Schlussbericht über die Sammelausstellung in Chicago. (Herren H. Haensch und A. Hirschmann.) — 3. Was hat zur Ausnutzung der Erfolge der deutschen Feinmechanik in Chicago zu geschehen? (Herr Prof. Dr. A. Westphal.) — 4. Bericht über den Stand der Vorarbeiten für die Ausstellung in Berlin 1896. (Herr Kommerzienrath P. Doerffel.) — 5. Ueber die Konstruktion des

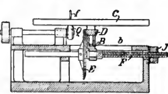
Fernrohrs von 110 *cm* Oeffnung. (Herr Dr. F. S. **Archenhold**.) — 6. Die in Nordamerika in der Feintechnik benutzten Arbeitsmethoden und Werkzeugmaschinen. (Herr B. **Pensky**.) — 7. Bericht über die Frage des Sonntagsunterrichts in den Fortbildungsschulen mit Rücksicht auf die Präzisionstechnik. (Herr K. **Friedrich**.) — **Sitzung am 22. September:** 8. Ueber die Ausbildung der Lehrlinge in Amerika. (Herr B. **Pensky**.) — 9. Wie kann man die Ausbildung der Lehrlinge auf einheitlicher Grundlage gestalten? (Herr W. **Handke**.) — 10. Ueber den Einfluss der Fachschulen auf die spätere Leistungsfähigkeit der Mechaniker. — 11. Vorführung einer Messmaschine für Werkstattsgebrauch von 0,1 μ Empfindlichkeit. (Herr **Reinecker**.) — 12. Neue Schleifmittel, Karborund, u. s. w. — 13. Besprechung über die geschäftliche Stellung der feinmechanischen Werkstätten an den staatlichen wissenschaftlichen Instituten. (Herr W. **Handke**.) — 14. Bericht der Schraubenkommission. (Herr R. **Fuess**.) — 15. bis 19. Laufende Geschäfte.

Die vorstehende interessante Tagesordnung sowie die günstige zentrale Lage von Leipzig werden hoffentlich dazu beitragen, den fünften deutschen Mechanikertag zu einem recht besuchten zu machen und der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik zahlreiche Freunde und Mitglieder zuzuführen.

Herr C. **Reichel**, unser langjähriger Mitarbeiter, hat seine Thätigkeit in Bezug auf Herstellung mechanischer Instrumente aufgegeben und wird **sich in Zukunft nur auf die Herstellung von Präzisionslibellen beschränken**. Seine seit 33 Jahren bestehende mechanische Werkstatt hat Herr **Reichel** an die Herren Mechaniker K. **Friedrich** und P. **Görs** abgetreten, deren Ersterer, unser mehrjähriger technischer Mitarbeiter, ein Schüler von **Reichel** und mit den bewährten **Reichel**'schen Konstruktions- und Arbeitsmethoden völlig vertraut ist; es steht daher zu hoffen, dass die Werkstatt in **Reichel**'s Sinne und Geist fortgesetzt wird.

Patentschau.

Mechanismus zur Beibehaltung derselben Geschwindigkeit eines eine Spirale beschreibenden Stiftes. Von L. **Rosenthal** und S. **Frank** in Frankfurt a. M. Vom 13. November 1891. No. 69127. Kl. 42.



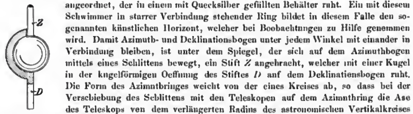
Eine Scheibe C wird durch ein an ihrer Unterseite eingreifendes Diskusrädchen Q gedreht. Dieses greift immer direkt unter oder nahe der Spitze des Stiftes f an, so dass der Scheibenpunkt unter der Stiftspitze immer dieselbe Lineargeschwindigkeit besitzt. Um die seitliche Fortschiebung der Scheibe für jede Umdrehung konstant zu erhalten, muss der Seitenschubmechanismus von dieser Scheibe bezw. deren Axe selbst angetrieben werden. In der Figur ist dafür eine durch ein Kegelräderpaar bethätigte Schraube vorgesehen. Das Räderpaar DE dreht die Schraube F der Mutter J vor, wobei das seitlich an den Kanten b geführte Lager B des Zahnrades D und der Scheibe C mit fortschreitet.

Für verschiedene Glasgrössen und Glasformen taugliches Brillen- oder Klemmergestell. Von A. **Edlefsen** in Barmstedt, Holstein. Vom 14. Juli 1892. No. 69065. Kl. 42.

Die Fassung besteht aus einem dünnen Stahlbandstreifen a, der behufs Verlängerung oder Verkürzung an einem Ende eine Anzahl Löcher c und am andern einen in eines der Löcher greifenden Stift d besitzt und Klammern fg trägt, welche das Glas am Herausfallen verhindern. Die Klammern g können zugleich zur Bildung des Bügelgelenkes bei Brillen oder der Bandöse bei Klemmern verwendet werden.

Nautisch-astronomisches Instrument, besonders zum Gebrauch bei unsichtbarem Horizont. Von W. H. Beehler in Baltimore, V. St. A. Vom 2. Dezember 1891. No. 69247. Kl. 42.

Um auch dann Beobachtungen mit diesem Instrument anstellen zu können, wenn der Horizont nicht sichtbar ist, wird das ganze System von Kugeln und Bogen auf einem Schwimmer angeordnet, der in einem mit Quecksilber gefüllten Behälter ruht. Ein mit diesem Schwimmer in starrer Verbindung stehender Ring bildet in diesem Falle den sogenannten künstlichen Horizont, welcher bei Beobachtungen zu Hilfe genommen wird. Damit Azimuth- und Deklinationsbogen unter jedem Winkel mit einander in Verbindung bleiben, ist unter dem Spiegel, der sich auf dem Azimuthbogen mittels eines Schlittens bewegt, ein Stift Z angebracht, welcher mit einer Kugel in der kugelförmigen Oeffnung des Stiftes D auf dem Deklinationsbogen ruht. Die Form des Azimutbringes weicht von der eines Kreises ab, so dass bei der Verschiebung des Schlittens mit den Teleskopen auf dem Azimuthring die Axe des Teleskops von dem verlängerten Radius des astronomischen Vertikalkreises derart abweicht, dass die durch die atmosphärische Strahlenbrechung hervorgerufene Abweichung ausgeglichen wird. Durch die Anordnung mehrerer Azimuth- und Deklinationsbogen, welche sämmtlich mit Schlitten und Teleskopen versehen sind, können mit einem einzigen Instrument gleichzeitig Beobachtungen mehrerer Himmelskörper angestellt werden.



Spiritus-Messapparat. Von F. Hornung in Berlin. Vom 14. Dezember 1892. No. 69260. Kl. 42.

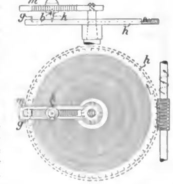
Ueber den beiden Abtheilungen X Y (Fig. 1.) des Apparates dreht sich um die Axe a ein Kippkasten W, welcher auf den beiden Längenseiten eine Laufbahn V hat, in denen sich je eine Rollkugel r befindet. Die Laufbahnen V (Fig. 2) der Kugel r sind nach der Mitte des Kastens hin geneigt, die Kugeln werden also bereits von ihrer tiefsten Stellung fortrollen, ehe noch die mittelste Kippe k, in welche der Spiritus fliesst, ganz in die waagerechte Lage gekommen ist. Man bewirkt hierdurch, dass der Spiritus nicht eher in die andere Abtheilung fliessen kann, bis auch wirklich mit Sicherheit die Kugeln sich auf der Seite dieser anderen Abtheilung befinden und der Kasten also nach dieser Seite herübergezogen wird.

Fig. 1. Fig. 2.

Die Schwimmerstangen s, welche den Kippkasten aus einer Lage in die andere bringen, sind zu dem Zweck, die Eintauchtiefe der Schwimmer je nach der grösseren oder geringeren Spiritusstärke verändern zu können, verstellbar angeordnet.

Zählrad mit Spirale. Von C. Brunner in Limbach i. S. Vom 23. Juli 1892. No. 69309. Kl. 42.

Die in einem mit Skale versehenen Arm m und im Spiralgang geführte Nadel k, welche durch die Umdrehungen des Zählrades h in der Richtung des Radius verschoben wird, zeigt durch den Zeiger h die Anzahl der durchlaufenen Spiralgänge an der Skale an. Ein Stift g in der Spirale selbst, an den die Nadel h nach Ablauf einer beliebig zu bestimmenden Tourenzahl anstösst, bringt das Laufrad zum Stillstand oder eine angebrachte Ausrückvorrichtung oder Glocke in Bewegung.



Elektrostatisches Relais. Von J. Tuma und E. von Motesiczki in Wien. Vom 8. März 1892. No. 69212. Kl. 21.

Bei diesem Relais wird der Stromkreis einer Ortsbatterie dadurch geschlossen, dass zwei einander gegenüber angeordnete und die Elektrizität leitende Platten, Tafeln oder dergleichen Körper mit einander in Berührung gebracht werden, sobald eine derselben elektrostatisch geladen wird.

Vermöge seiner Ausführungsform soll das Relais vorzugsweise zur Anwendung auf fahrenden Eisenbahnzügen zwecks Herstellung einer telegraphischen Verbindung mit solchen geeignet sein.

Induktoruhr mit mehrfacher Zeitangabe. Von R. Lange in Glashütte bei Dresden. Vom 13. Februar 1892. No. 68718. Kl. 81.

Die Uhr unterscheidet sich von den bisher bekannten, ähnlichen Zwecken dienenden Anordnungen hauptsächlich dadurch, dass die Bewegung der zu den Zifferblättern gehörenden Zeigerwerke (Nebenuhren) durch den Strom eines Induktors mit Doppel-T-Anker erfolgt. Der Anker des Induktors wird vermittels eines Uhrwerkes in gleichen Zeitabschnitten gedreht, so dass die regelmässig auf einander folgenden Stromimpulse jedesmal entgegengesetzte Polrichtungen aufweisen. Auf diese Weise ist es möglich, die erwähnten Zeigerwerke ohne Zwischenschaltungen irgend einer Kontaktvorrichtung und ohne einen Stromwender unvermittelt zu betreiben.

Apparat zur Ermittlung der ungleichförmigen Massenvertheilung bei Langgeschossen und anderen kreiselnden Körpern. Von W. Jansen in Berlin. Vom 5. April 1892. No. 68959. Kl. 42. (Vgl. die Abhandlung im Juniheft dieser Zeitschrift *1893. S. 229.*)

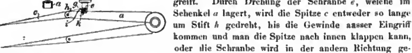
Schraffirvorrichtung. Von E. R. Hess in Berlin. Vom 18. Mai 1892. No. 69017. Kl. 42.

Je nachdem engere oder weitere Schraffirungen ausgeführt werden sollen, wird der Stift *b* des Zeichendreiecks in einen engeren oder weiteren Schlitz der Linealzunge *Z* gesteckt, und dann wird in üblicher Weise verfahren.



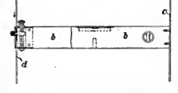
Stellvorrichtung für Zirkel. Von W. A. Bernard in New-Haven, V. St. A. Vom 20. Juli 1892. No. 69067. Kl. 42.

Die um den Stift *h* drehbare Spitze *c* ist hinter ihrem Gelenk mit Muttergewinde *g* versehen, in welches das Gewinde einer Stellschraube *e* greift. Durch Drehung der Schraube *e*, welche im Schenkel *a* lagert, wird die Spitze *c* entweder so lange um Stift *h* gedreht, bis die Gewinde ausser Eingriff kommen und man die Spitze nach innen klappen kann, oder die Schraube wird in der andern Richtung gedreht, bis durch Einfallen des Stiftes *i* in die Rast *k* eine weitere Drehung verhindert wird.



Gefällwasserwaage. Von E. Schott in Wiesbaden. Vom 10. September 1892. No. 69031. Kl. 42.

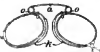
An den Enden des Körpers der Wasserwaage sind zwei Arme *cd* angeordnet, von denen der eine *d* an einer Skalentheilung zur Bestimmung des gewünschten Gefälles verschiebbar und feststellbar ist. Die Arme stehen nach unten vor, um den Waagekörper *b* über Unebenheiten der einzuwägenden Fläche zu erheben, und sind ferner nach oben verlängert, um dort als Visirvorrichtung zu dienen. Diese Gefällwaage kann in Verbindung mit einem Stativ zur Einvisirung von horizontalen und geneigten Flächen dienen.



Selbstaufzeichnender Schwingungsmesser für Schiffe, Eisenbahnfahrzeuge, Brücken und dergl. Von E. O. Schlick in Hamburg. Vom 23. Juni 1892. No. 69133. Kl. 42.

Zur Aufzeichnung der Schwingungen oder Erschütterungen des Fahrzeuges u. s. w. in senkrechter Richtung und der in waagerechter Richtung dient je eine besondere Vorrichtung. Die Vorrichtung, welche dazu bestimmt ist, die letztere Art von Erschütterungen oder Schwingungen aufzuzeichnen, besteht in der Hauptsache aus einem Pendel, welches mit Hilfe von Lenkern so aufgehängt ist, dass das Pendelgewicht sich in einer Kurve von sehr grossem Krümmungsradius nahezu in einer waagerechten geraden Linie bewegt. Mit einem dieser Lenker steht der Schreibstift in Verbindung. Die Erschütterungen in senkrechter Richtung werden von einem waagerecht angeordneten Gewichtshebel aufgezeichnet, der in seine Mittellage durch eine oder mehrere seinem Gewicht entgegenwirkende Schraubenfedern erhalten wird. Zur Ausgleichung der Verschiedenheit der Federspannung beim Ausschlagen des Gewichtshebels wird der wirksame Hebelarm des Federwiderstandes verändert, indem der Angriffspunkt der Feder unter die durch den Schwerpunkt des Gewichtes und den Stützpunkt des Gewichtshebels gedachte Verbindungslinie verlegt ist und letztere mit dem Hebelarm der Feder einen spitzen Winkel bildet.

Klemmergestell aus Draht. Von W. Barr jr. und D. Mc Kay in Kirkenbright, Schottland. Vom 9. Juni 1892. Nr. 69132. Kl. 42.



Die Brücke *a* erhält beiderseits schraubengangförmige gewundene federnde Oesen *o*, durch deren Federkraft der Klemmer auf der Nase festgehalten wird. Von den Oesen führen die Drahtenden zur Bildung der Klemmstücke *k* und der Gläserfassung weiter, so dass das ganze Gestell aus einem Stück Draht besteht.

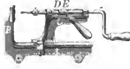
Für die Werkstatt.

Herstellung eines Platinüberzuges auf Metall. *Bayer. Industrie- und Gewerbebl.* **26.** *(1894).* Aus *Polyt. Notizblatt.*

Zur Herstellung eines Platinüberzuges auf Metall giebt Langbein folgende Vorschrift, die gute Resultate ergeben soll. 500 *g* Zitronensäure werden in 2 *l* Wasser gelöst und mit Aetznatron neutralisirt. Diese Lösung wird zum Sieden erhitzt, in diesem Zustande nach und nach mit 75 *g* frisch gefälltem Platinsalmiak versetzt, bis zur vollständigen Lösung derselben weitererhitzt und auf 5 *l* verdünnt. Bei Zusatz einer grösseren Menge (20 bis 25 *g*) Salmiak (vermuthlich ist Platinsalmiak gemeint) entsteht ein dunkel gefärbter Niederschlag. *K. F.*

Amerikanische Handbohrmaschine. *Bayer. Industrie- und Gewerbeblatt.* **26.** *S. 251 (1893).* Nach *Revue industr.*

Die beistehende Figur zeigt eine einfache Bohreinrichtung, Jacoby's Drill genannt, die wegen ihrer Einfachheit und Handlichkeit Anwendung finden dürfte. Führung *A* und Reitstock *B* sind aus demselben Stück durch Biegen oder durch Guss hergestellt; der Reitstock endet in einer Bohrplatte. Der Bohrspindelstock *C* kann auf der Führung *A* verschoben und angeklemmt werden. Die Spindel selbst trägt links den Bohrer und ist an dem anderen Ende rechtwinklig abgebogen und mit Holzheft versehen; gegen einen Ansatz *D* legt sich eine Hülse *E*, die mit Handgriff versehen ist, und zur Fortstellung des Bohrers gegen das Arbeitsstück dient. Das Gestell kann mittels Bolzen am Werktisch befestigt werden. Es lassen sich Löcher bis zu 13 *mm* Durchmesser bohren.



An sich erscheint dem Referenten die Einrichtung nicht übel; für den Gebrauch in der mechanischen Werkstatt dürfte indessen eine Bohrvorrichtung mit vertikal stehender Spindel vorzuziehen sein; den Betrieb würde man, wie dies in manchen Werkstätten geschieht, durch Schnurvorgelege bewirken, falls er nicht von einer Dampf- oder elektrischen Transmission entnommen werden kann. *K. F.*

Neuerung an Tastern und Zirkeln für den Werkstattgebrauch. Mitgetheilt von K. Friedrich.

Die Firma Bluth & Cochins, Berlin C., Wallstrasse 34, bringt eine neue, als Gebrauchsmuster geschützte Form von Tastern und Zirkeln in den Handel, die sich durch kräftige Schraube zum Oeffnen der Schenkel auszeichnet. Die Schraube ist bis auf $^1/_3$ ihrer Länge axial geschlitzt, und mit dem einen Schenkel, der an der entsprechenden Stelle eine Abflachung hat, durch einen Scharnierstift gelenkig verbunden, während der andere, an dieser Stelle ebenfalls abgeflachte Schenkel sich in dem Schlitze verschieben kann. Die Feder ist aus Stahldraht gebogen und in axiale Bohrungen am oberen, nicht messenden Ende der Schenkel eingesetzt und festgepresst. Die Schenkel sind rund.

Berichtigung.

In der Mittheilung von Dr. H. Krüss über Kolorimeter mit Lummer-Brodhun'schem Prismenpaar lies S. 285 Z. 15 von oben 0,97 statt 0,47.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

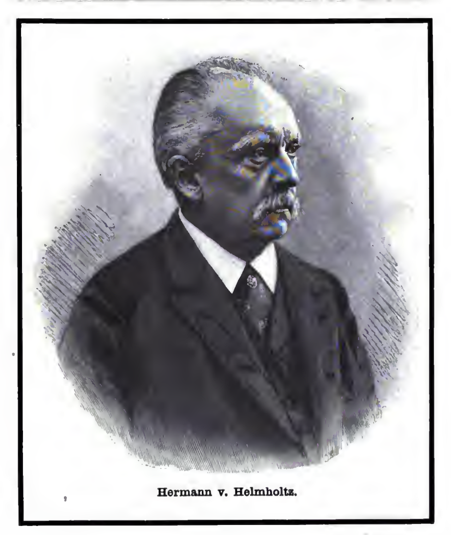
Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Prof. Dr. **Abbe** und **H. Haensch.**

Redaktion: Prof. Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XIV. Jahrgang. **Oktober 1894.** Zehntes Heft.



Hermann v. Helmholtz.

Hermann von Helmholtz.[1]

Wenn um das Grab des entschlafenen Meisters sich seine Jünger und Freunde versammeln voll Betrübniss und Trauer, da ist es wohl möglich, dass einer unter ihnen Worte findet, welche dem Gefühl, das Alle gemeinsam verbindet, vollen Ausdruck geben. Bei Weitem schwerer aber ist es, nachdem sich das Grab erst vor Kurzem geschlossen, in einem Nachrufe das Bild eines dahingegangenen bedeutenden Mannes zu zeichnen und seiner Bedeutung vollkommen gerecht zu werden. Wer da behaupten wollte, er könne jetzt schon Hermann v. Helmholtz' Verdienste um die wissenschaftliche Entwicklung des menschlichen Geistes erschöpfend schildern, der kann weder eine Ahnung von wissenschaftlicher Forschung überhaupt, noch ein Bild des dahingegangenen grossen Forschers im Herzen tragen, der kann nicht wissen, dass Helmholtz unter den grössten Physikern aller Zeiten, unter den bedeutendsten Geisteshelden unserer Zeit auf dem ganzen Erdenrund mit an erster Stelle stand. Ja ich meine sogar, dass es bei der Vielseitigkeit des Verstorbenen kaum einen Einzelnen geben wird, welcher die Wege, die Helmholtz ging, nachgehen kann; wenn einmal seine Bedeutung für die wissenschaftliche Forschung erschöpfend dargelegt werden soll, so müssen sich der Physiker, der Mathematiker, der Physiologe und der Philosoph in diese Aufgabe theilen.

So überzeugt ich also bin, dass dasjenige, was ich hier heute über Hermann v. Helmholtz vorbringen kann, nur Stückwerk sein kann, ebenso durchdrungen bin ich von der nicht abzuweisenden Verpflichtung, dass dort, wo die deutschen Präzisionsmechaniker zum ersten Mal nach seinem Tode zusammenkommen, ein Wort dankbarer Erinnerung nicht fehlen darf. Ist doch die Präzisionsmechanik die allzeit getreue Magd der physikalischen Forschung, nimmt sie doch ihr täglich Brod nicht zum kleinsten Theile von dem Tische des Physikers, und da sollte sie bei Seite stehen, wenn alle gebildeten Kreise Deutschlands trauern um das Scheiden des grossen Physikers, der die physikalische Betrachtung und Erforschung der Dinge auch in solche Forschungsgebiete einführte, in welchen vor ihm nur wesentlich auf spekulativem Wege vorgegangen wurde? Nein, das darf und das will unsere Gesellschaft nicht; an der Bahre Hermann v. Helmholtz' haben wir vor einer Woche den grünen Kranz niedergelegt, und wenn dessen Blätter auch vertrocknen und verdorren, so soll bei uns stets grün und frisch bleiben das Andenken und der Dank, den wir dem geschiedenen Meister zollen.

Er war ein Meister! Ein Meister in der Kunst, die Natur durch das Experiment zu befragen, ein Meister in der Entwicklung von Schlüssen aus den durch den Versuch erfahrenen Vorgängen, ein Meister in der Darstellung der erlangten Ergebnisse, sei es in der strengen mathematischen Form, sei es in der Art allgemeinverständlicher Wiedergabe. Und diese Meisterschaft lag zum allergrössten Theil begründet in der streng logischen Schulung, in die er von früh an seinen Geist genommen hatte, und in dem Fernhalten von aller metaphysischen

[1] Gedächtnissrede, gehalten am 21. September 1894 auf dem V. Deutschen Mechanikertage zu Leipzig von dem Vorsitzenden der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik, Herrn Dr. H. Krüss-Hamburg.

Spekulation, von aller grundlosen Phantasie und von allen nicht genügend begründeten Hypothesen.

Als Sohn eines Potsdamer Gymnasial-Professors am 31. August 1821 geboren, wuchs Hermann Helmholtz, wenn auch in einfacher, so doch in geistig anregender Umgebung auf, und es wurde entschieden schon früh durch vielfache Gespräche, die er auf Spaziergängen mit seinem Vater und dessen Kollegen mitanhörte, der Grund gelegt für seine Liebe zur Kunst, zur Poesie und zur Musik, die manchen seiner späteren Arbeiten eine eigenartige, die betreffenden Zweige der Kunst wirksam befruchtende Ausgestaltung gab. Auf der Schulbank des Gymnasiums erwarb er sich allerdings keine besonderen Ehren, denn den Ansprüchen der Philologie, durch deren Memorirstoff sich kein logischer Faden hindurchzog, konnte er nicht genügen. Helmholtz selbst erzählt, dass er sich während solcher Stunden lieber mit Ueberlegungen zur Konstruktion optischer Instrumente beschäftigte, die er dann in seiner freien Zeit mit Hilfe von Brillengläsern und einer Lupe seines Vaters auszuführen suchte.

Aeusserer Verhältnisse halber musste sich der junge Helmholtz zunächst der Medizin zuwenden und wurde Zögling der Berliner Pepinière, sich hier mit Dubois-Reymond, Virchow, Ludwig u. A. um den grossen Physiologen Johannes Müller vereinigend. Sechs Jahre lang war Helmholtz einfacher Militärarzt in Potsdam, bis er im Jahre 1849 als Professor der Physiologie nach Königsberg berufen wurde; 1855 ging er nach Bonn, 1858 nach Heidelberg in gleicher Eigenschaft, 1871 endlich nach Berlin, wo er an Magnus' Stelle die Professur der Physik übernahm; seit October 1887 war er Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Schon in seinen ersten wissenschaftlichen Arbeiten erhob sich Helmholtz über die damals in der Physiologie herrschenden Auffassungen der Naturvorgänge, indem er zahlreiche physiologische Fragen in mathematisch-physikalische Behandlung nahm. Dieser Methode hatte er es zu verdanken, dass er durch seine 1847 veröffentlichte Abhandlung „Ueber die Erhaltung der Kraft" an der grössten wissenschaftlichen Entdeckung des Jahrhunderts vollen Antheil hatte; neben Joule und Rob. Meyer, und zwar unabhängig von ihnen, hatte er von Untersuchungen über die „Lebenskraft" ausgehend das wichtige Naturgesetz gefunden, dass zur Erzeugung einer Kraft eine gleich grosse Menge einer anderen Naturkraft verbraucht werden muss. Schon hier zeigte er sich als Meister in der eleganten mathematischen Behandlung der Aufgabe.

Dieselbe Art der Betrachtung physiologischer Vorgänge vom physikalischen Gesichtspunkte aus führte Helmholtz 1851 zur Konstruktion des Augenspiegels, indem er bei der Untersuchung des Augenleuchtens sich die physikalische Frage stellte, welchem optischen Bilde die aus dem leuchtenden Auge zurückkommenden Strahlen angehörten. Wohl würde diese einzige Erfindung, durch welche der Netzhauthintergrund dem Arzte sichtbar gemacht und die Heilung so vieler Augenleiden, die Erhaltung des Augenlichtes so mancher Menschen möglich wurde, genügen, um den Ruhm des Namen Helmholtz auf alle Zeiten zu sichern. Darüber ist viel und oft geschrieben und gesprochen worden. In unserem Kreise sei besonders hervorgehoben, dass Helmholtz durch diese Erfindung und durch die darauf folgende Konstruktion seines Ophthalmometers doch auch der Feinmechanik eine neue Bethätigung ihrer Fähigkeiten zugewiesen hatte.

Dasselbe gilt von einer ganzen Reihe anderer Arbeiten. Ich erinnere nur

daran, wie seine Untersuchungen über die Farbenwahrnehmungen, in welchen er die Brewster'sche Anschauungsweise bekämpfte und für die von Th. Young gegebene Erklärung neue Beweisstücke brachte, Veranlassung zur Konstruktion seines Farbenmischapparates wurde, welcher in seiner neuesten Form vor nunmehr drei Jahren seitens unserer Gesellschaft dem Erfinder zu seinem 70. Geburtstage überreicht wurde. Ebenso hat Helmholtz durch seine Arbeiten auf dem Gebiete der Akustik vielfach Anregung zu neuen Instrumenten gegeben. In seinem Vibrationsmikroskop verband er die Stimmgabel mit einem Elektromagneten, um die Vibrationen derselben längere Zeit hindurch in unveränderlicher Grösse gleichförmig zu erhalten; durch Anbringung eines mit seinem Objektive mitschwingenden Mikroskopes setzte er sich in den Stand, die Schwingungskurven tönender Körper zu beobachten und zu analysiren. Das grosse Gebiet der Zusammensetzung der Töne, das Wesen der Klangfarbe, der Obertöne, der harmonischen Wirkung der Töne hat Helmholtz intensiv bearbeitet und seine Ergebnisse in der „Lehre von den Tonempfindungen" niedergelegt; als wesentliches neues Hilfsmittel der Untersuchung führte er die Resonatoren ein. Auch seine Arbeiten auf dem Gebiete der Elektrizität gaben manchem neuen Instrumente das Leben; ich erinnere nur an seinen elektromagnetischen Motor und an das elektrische Chronoskop, welches er zur Messung physiologischer Vorgänge benutzte. Bei allen seinen Arbeiten pflegte er das gute Einvernehmen mit der ausübenden Mechanik und Optik und ist so von grossem Einfluss gewesen auf die Entwicklung unserer Kunst in deutschen Landen. Mit grosser Freude wurde es auch in unseren Kreisen begrüsst, dass Helmholtz sich bereit erklärt hatte, das Ehrenpräsidium über die Gruppe wissenschaftlicher Instrumente auf der Berliner Ausstellung 1896 zu übernehmen.

Aber wie Helmholtz überall den Erscheinungen auf den Grund ging und sich nie mit oberflächlichen Erfolgen begnügte, so hat er auch die Theorie der optischen Instrumente wesentlich gefördert. Es ist ein Genuss, in seiner „Physiologischen Optik" diejenigen Kapitel durchzustudiren, in welchen er die Theorie der zentrirten optischen Systeme, die Messung der optischen Verhältnisse des Auges, die Theorie der Zerstreuungskreise, die Entstehung und die Eigenschaften des Spektrums behandelt; ich führe ferner noch an, wie Helmholtz in seiner Arbeit über die Grenze der Leistungsfähigkeit des Mikroskops, auf rein theoretische Untersuchungen beschränkt, in den letzten wichtigen Folgerungen fast wörtlich zu demselben Ergebniss kam wie Abbe in seiner gleichzeitig erschienenen Arbeit, die von praktischen Gesichtspunkten ausging und die in ihrem Verlaufe durch praktische Versuche verifizirt wurde.

Nur einige wenige Ergebnisse der Arbeiten Helmholtz' habe ich herausgegriffen und nur solche, die für den praktischen Mechaniker und Optiker von Interesse sind. Unmöglich ist es, im Rahmen einer kurzen Gedächtnissrede die Fülle aller physikalischen Arbeiten des Verstorbenen nur einigermaassen zu würdigen. Immer weiter drang Helmholtz in die dunkelsten Gebiete der Wissenschaft ein, um die höchsten Probleme der Physik, das Wesen der Naturkräfte und ihrer Wirkung auf einander zu erfassen und klarzustellen, und so stand er als ein Meister der theoretischen Physik da, von allen Nationen hochgeachtet, umgeben von einem grossen Kreis von Schülern, denen er die Pfade zur Erkenntniss gewiesen hatte.

Ja, er war ein Meister! Ein Meister aber ganz besonders für uns, nachdem er 1887 als Präsident der neu begründeten Physikalisch-Technischen Reichsanstalt



berufen worden war. Dieses eigenartige Institut, gegründet znr Förderung aller Arbeiten, welche der deutschen Technik nützlich sein konnten, welche dem Einzelnen unmöglich nnd nur unter Anfwendnng grosser wissenschaftlicher Mittel ausführbar sind, hrachte dem 66 jährigen Manne ganz neue Aufgaben. Denn nnn hiess es, die wissenschaftliche Forschnng nicht ihrer selbst willen zn treiben, sondern sie ganz besonders in Rücksicht anf die Bedürfnisse der Praxis zn richten. Aber die Klarheit, welche Helmholtz in den höchsten Gebieten menschlichen Denkens, in seinen erkenntnisstheoretischen Arheiten auszeichnet, seine kühl überlegende, allem Phantastischen abgewendete Art, machte es ihm leicht, nun auch diese neue Anstalt in ihrem Zwecke entsprechender Weise zn gestalten und zu verwalten. Wenn ihm anch persönlich durch seine Stellnng als Direktor der wissenschaftlichen Ahtheilung Gelegenheit nnd Musse gegeben werden sollte, seine rein wissenschaftlichen Arbeiten weiter zn führen, so sind doch — und das kann ich sagen, ohne den Verdiensten der einzelnen tüchtigen Beamten seiner Anstalt nahe zu treten — auch die praktischen Unternehmungen der Reichsanstalt his in das Kleinste durchlenchtet von seinem Geiste, und mancher seiner Mitarbeiter wird stets dankhar eingedenk sein der mit ruhiger Sachlichkeit in knapper Form gegebenen Winke, die gar oft eine ins Stocken gekommene Untersnchung in neuen Fluss brachte.

Die deutsche Mechanik hat ihm ganz besonders zu danken für das grosse Interesse, womit er die Bearbeitung der von dem Mechanikertage angeregten Frage der einheitlichen Befestignngsschranben durch seine Anstalt hearheiten liess.

So trauern wir um den dahingeschiedenen Meister nnd danken ihm auch hier für die Förderung, welche er im Besonderen nnserer Kunst hat angedeihen lassen, danken ihm aber noch viel mehr dafür, dass dnrch seine Geistesarbeit der wissenschaftliche Rnhm unseres dentschen Vaterlandes in hervorragender Weise gehoben worden ist. Welche Bedeutung Helmholtz für das Geistesleben unserer Nation hatte, drückt sich in den Worten des englischen Physikers William Thomson aus, die er anf einer der hritischen Natnrforscherversammlungen aussprach:

> „Die Vorherrschaft in der Physik ist nach Faraday's Tode auf Deutschland ühergegangen und die Vorherrschaft in der Physiologie nach Clande Bernard's Tode desgleichen; und wenn anch vor Helmholtz die dentsche Physik hedeutende Vertreter und die Physiologie ihren grössten Lehrer in Johannes Müller gehaht hat, so ist jene doppelte Vorherrschaft doch erst durch Helmholtz an Deutschland geknüpft worden."

Der Meister ist dahin. Nicht ein Einzelner wird ihn ersetzen; wir hoffen aber, das seine Jünger ihm nachstreben und so nnserem Vaterlande den Rnhm erhalten werden, den Hermann v. Helmholtz hegründet hat.

Beschreibung des Echappements mit vollkommen freiem Pendel.

(D. R. P.)

Von

S. Riefler, Ingenieur und Fabrikbesitzer in München.

Die Gleichförmigkeit des Ganges einer Pendeluhr hängt hauptsächlich von zwei Faktoren ab: erstens von der Wärmekompensation des Pendels, zweitens von der Vollkommenheit des Echappements. Auf richtige Konstruktion und sorgfältige Ausführung dieser beiden wesentlichsten Theile der Uhr ist daher in erster Linie Bedacht zu nehmen.

Nachdem ich in *dieser Zeitschrift 1893 S. 88* eine Beschreibung meines neuen Quecksilber-Kompensationspendels gegeben habe, erlaube ich mir nunmehr im Nachfolgenden auch über das von mir konstruirte Echappement Näheres mitzutheilen.

Unter Echappement versteht man denjenigen Mechanismus der Uhr, welcher die Kraft des Räderwerkes auf das Pendel überträgt, um diesem diejenige Energie wieder zuzuführen, welche dasselbe durch die bei seinen Schwingungen auftretenden Widerstände verliert. Diese bestehen in dem sogenannten Luftwiderstande und dem Biegungswiderstande der Pendelfeder, sowie in den Widerständen, welche aus der Verbindung des Pendels mit dem Räderwerk hervorgehen.

Für die Konstruktion des Echappements kommen nur die letzteren Widerstände in Betracht: es sind dies die Auslösungswiderstände, oder, bei ruhenden Echappements, zu welcher Klasse das Graham'sche gehört, der Reibungswiderstand auf der Ruhe (Ankerpalette).

Ein Widerstand von konstanter Grösse hat keinen nachtheiligen Einfluss auf die Schwingungen des Pendels; er wird nur dann dieselben beeinflussen können, wenn er ungleich ist. Es giebt jedoch kein Mittel, die hier auftretenden Widerstände konstant zu erhalten; man wird daher darnach trachten müssen, dieselben hinwegzuschaffen oder wenigstens so klein als möglich zu machen, und ein Pendel, bei welchem diese Widerstände fehlen oder nur in so geringer Grösse vorhanden sind, dass sie keinen nachtheiligen Einfluss auf die Schwingungen mehr haben, nennt man ein freies Pendel.

Es genügt indess noch nicht, dass das Pendel frei ist: jedes Pendel muss auch in gewissen Zeitintervallen einen Antrieb erhalten, und weil die Grösse der Antriebkraft stets kleinen Schwankungen unterworfen ist, so ist es nicht gleichgiltig, an welcher Stelle des Pendels, in welchem Moment der Schwingung und in welcher Art dieser Antrieb erfolgt. Andererseits muss auch jedes Pendel in einem bestimmten Moment der Schwingung das Räderwerk der Uhr auslösen, um die Kraft für den Antrieb freizumachen, und weil dieser Auslösungswiderstand gleichfalls nicht konstant erhalten werden kann, so ist es hier ebensowenig gleichgiltig, wo und in welchem Moment diese Auslösung geschieht.

Ein vollkommenes Echappement soll daher so beschaffen sein, dass Aenderungen in der Triebkraft des Räderwerkes, welche wegen der kleinen Ungleichheiten (Unvollkommenheiten) der Rädereingriffe und der Zapfenreibungen nicht zu vermeiden sind, sowie Aenderungen im Auslösungswiderstand, ohne nennenswerthen Einfluss auf die Gleichförmigkeit der Pendelschwingungen sind.

Eine theoretische Ueberlegung ergiebt, dass dies dann der Fall ist und dass die Pendelschwingungen am gleichmässigsten sind, wenn das Echappement folgenden Konstruktionsbedingungen entspricht:

1) Das Pendel soll möglichst frei und unabhängig vom Räderwerk schwingen.

2) Der Antrieb des Pendels und die Auslösung sollen möglichst nahe an der Schwingungsaxe stattfinden.

3) Der Antrieb und die Auslösung soll ausserdem nahe in dem Moment erfolgen, in welchem das Pendel die grösste lebendige Kraft besitzt, d. i. in der Mittellage (Ruhelage).

4) Der Antrieb und die Auslösung sollen rasch, jedoch stossfrei, d. i. ohne Vibrationen des Pendels zu erzeugen, vor sich gehen.

Ausserdem erfordert die Sicherheit des Funktionirens die möglichste Einfachheit der Konstruktion.

Die Begründung der Bedingung 1 ergiebt sich schon aus dem, was über den Einfluss der Widerstände bereits gesagt worden ist.

In Bezug auf die Bedingung 2 ist ohne Weiteres klar, dass eine Aenderung in der Grösse der antreibenden Kraft oder im Auslösungswiderstand auch eine Aenderung des Schwingungsbogens zur Folge haben wird, welche um so bedeutender sein wird, je länger der Hebel ist, an welchem die Kraft zum Angriff kommt. Eine Aenderung des Schwingungsbogens bringt jedoch fast stets auch eine Aenderung der Schwingungsdauer mit sich. Es ist daher zweckmässig, den Antrieb- und Auslösungshebel möglichst kurz zu machen.

Auch die Bedingung 3 dürfte unschwer zu verstehen sein, wenn man sich vorstellt, dass ein in Bewegung befindlicher Körper um so leichter einen Widerstand überwinden wird und um so weniger durch einen solchen beeinflusst werden kann, je schneller sich der Körper bewegt, d. h. je grösser die lebendige Kraft desselben ist. Im Moment, in welchem das Pendel sich am weitesten von der Mittellage entfernt hat und eben im Begriffe ist, wieder die entgegengesetzte Schwingungsrichtung anzunehmen, ist jedoch dessen lebendige Kraft aufgezehrt und der schädliche Einfluss, welcher von den Ungleichheiten des Antriebes und der Auslösung herrührt, wird daher hier am grössten sein. Am kleinsten dagegen ist derselbe in der Mittellage, weil hier die lebendige Kraft des Pendels ihr Maximum erreicht. Die Mittellage ist daher der günstigste Moment für den Antrieb und die Auslösung.

Die Bedingung 4 ergiebt sich zum Theil aus der vorhergehenden; da die Bewegung des Pendels beim Passiren der Mittellage eine schnelle ist, so werden auch der Antrieb und die Auslösung, wenn sie in diesem Moment erfolgen sollen, schnell vor sich gehen müssen.

Das bisher für Präzisionsuhren, wohl hauptsächlich wegen seiner Einfachheit, am meisten angewendete Graham-Echappement erfüllt die erste der genannten vier Bedingungen unter allen Echappements am unvollkommensten. Das Pendel steht hier nahezu während seiner ganzen Schwingung mit dem Räderwerk der Uhr in Verbindung und wird durch die Ungleichheiten des Druckes und der Reibung beeinflusst. So hat u. A. Lamont durch Versuche festgestellt, dass ein Pendel, welches im freien Zustand genau Sekunden schwingt, um 3 bis 4 Sekunden täglich zurückbleibt, wenn es mit einem Uhrwerk mit Graham-Echappement in Verbindung gebracht wird, und dass diese Retardation mit zunehmender Verdickung des Oels auf den Paleten, wodurch der Reibungswiderstand vermehrt wird, bis auf das Drei- und Vierfache dieses Betrages anwachsen kann.

In Bezug auf die Länge des Antriebhebels (Bedingung 2) ist bei diesem Echappement eine gewisse Grenze vorhanden; kürzer als etwa $12^1/_2$ *mm* kann der-

selbe bei astronomischen Uhren aus Konstruktionsgründen nicht gemacht werden. Einzelne Künstler (Kessels) sind bis auf dieses geringstmögliche Maass herabgegangen, und es ist gewiss zum Theil diesem Umstand, hauptsächlich aber wohl der peinlichen Sorgfalt, welche auf die Ausführung dieses Echappements verwendet worden ist, zuzuschreiben, wenn in vielen Fällen gute Resultate mit demselben erreicht worden sind. Häufig liegt jedoch die Erklärung hierfür darin, dass die Fehler, welche aus verschiedenen Ursachen herrühren, sich gegenseitig aufheben und daher im Gang der Uhr nicht zum Ausdruck kommen, wofür auch die Thatsache sprechen dürfte, dass eine Uhr mit Graham-Gang mitunter schlecht geht, wenn sie gereinigt und frisch geölt worden ist, während sie vorher einen verhältnissmässig guten Gang hatte.

Ein gewisser Nachtheil des Graham-Echappements liegt auch darin, dass der Antrieb nicht immer stossfrei erfolgt. Es ist der Fall vorgekommen, dass die kleinen Zulagegewichtchen bei einem Pendel meiner Konstruktion, welches indessen mit einem Graham-Echappement verbunden war, in Folge der fortgesetzten Erschütterungen, welche das Pendel beim Antrieb erhielt, allmälig bis an den Rand des Bechers, auf welchem sie auflagen, gerüttelt wurden und schliesslich von demselben herabfielen.

Die Nachtheile des Graham-Echappements zu beseitigen, also namentlich das Pendel frei und den Antrieb konstant zu machen, ist vielfach versucht worden, und zahlreiche freie Echappements sowie solche mit konstanter Kraft liegen vor. Allein keines derselben hat bis jetzt einen durchschlagenden Erfolg erlangt und ausgedehntere Anwendung bei Präzisionsuhren gefunden. Der Grund hiervon liegt hauptsächlich darin, dass das angestrebte Ziel stets nur unvollkommen erreicht wurde; auch treten bei der Mehrzahl dieser Konstruktionen andere Missstände auf, welche mitunter nachtheiliger sind als diejenigen, die man beseitigen wollte (unsicheres Funktioniren wegen Komplizirtheit der Konstruktionen oder Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit). Das Pendel ist bei denselben meistens auch nur scheinbar frei, da es einen mehr oder minder grossen Auslösungswiderstand zu überwinden hat, und dies in manchen Fällen noch dazu unter recht ungünstigen Umständen. Mit Bezug auf die Auslösung gelten aber, wie schon erwähnt, die gleichen Bedingungen, welche für den Antrieb maassgebend sind.

Gerade bei den „Echappements mit konstanter Kraft“ liegen die Verhältnisse in Bezug auf die Auslösung meistens recht ungünstig. Andererseits ist die Kraft immer nur innerhalb gewisser Grenzen konstant, so dass die Erfüllung der Bedingung 2 und 3 des Antriebes trotz der Anwendung einer konstanten Hilfskraft nicht ausser Acht gelassen werden darf.

Wird die Bedingung 3 nicht erfüllt, findet also die Auslösung und der Antrieb in den äussersten Lagen des Pendels statt, was bei der Mehrzahl der Echappements dieser Art der Fall ist, so tritt auch noch ein anderer Uebelstand hinzu. Der Ergänzungsbogen des Pendels, d. i. derjenige Theil der Schwingung, welchen das Pendel nach vollendeter Hebung (Antrieb) noch beschreibt, ist alsdann sehr klein, was die Gefahr in sich schliesst, dass eine geringe Abnahme des Schwingungsbogens, etwa hervorgerufen durch eine Erschütterung der Uhr, ein Stehenbleiben derselben verursacht, gewiss das Schlimmste, was bei einer Uhr passiren kann. Auch Uhren mit Graham-Echappements sind wegen des zu kleinen Ergänzungsbogens durch geringfügige äussere Störungen schon zum Stillstand gekommen. Man macht den Bogen bei diesem Echappement klein, um die schädliche Reibung auf der Ruhe durch Verkleinerung des Reibungsweges zu vermindern.

In Bezug auf den Ergänzungsbogen besteht jedoch ein prinzipieller Unterschied zwischen dem Graham'schen und dem freien Echappement. Beim ersteren ist es vortheilhaft, denselben im Verhältniss zum Hebungsbogen klein zu machen, beim freien Echappement ist dagegen ein grosser Ergänzungsbogen von Vortheil, weil das Pendel, während es denselben durchschwingt, ausser jeglicher Verbindung mit der Uhr ist.

Bemerkenswerth ist noch, dass die meisten der bekannten Echappements verhältnissmässig schwere Pendel erfordern, wenn einigermaassen gute Uhrgänge damit erzielt werden sollen. Es darf dies jedoch stets als ein Beweis dafür angesehen werden, dass das Echappement unvollkommen ist; denn ein gutes Echappement wird auch bei Anwendung eines leichten Pendels noch verhältnissmässig gute Gangresultate ergeben, womit jedoch nicht gesagt sein soll, dass man die Pendel allzuleicht machen darf.

Die Aufgabe, ein Echappement zu konstruiren, bei welchem das Pendel vollkommen frei ist und den Antrieb unter den hierfür maassgebenden Bedingungen erhält, dürfte kaum zu lösen sein, wenn man das Prinzip beibehält, welches dem bisherigen Pendelantrieb zu Grunde liegt, nach welchem der Antrieb direkt und in der Richtung der Pendelschwingung erfolgt.

Bei der Konstruktion meines Echappements habe ich daher dieses Prinzip verlassen und den Antrieb in die Pendelfeder und damit in die Schwingungsaxe selbst gelegt. Inwieweit es mir dabei gelungen ist, die sowohl vom theoretischen als auch vom praktischen Standpunkte aus zu stellenden Anforderungen zu erfüllen, dürfte aus der folgenden Beschreibung desselben hervorgehen.

Der Zweck dieses für Präzisions-Pendeluhren aller Art geeigneten Echappements ist die Erreichung einer grösseren Genauigkeit des Uhrganges, als sie die bisherigen Echappements gewähren. Bei demselben schwingt das Pendel vollkommen frei, da es mit dem Uhrwerk nur durch die Aufhängefeder in Verbindung steht. Der Antrieb erfolgt dadurch, dass die Aufhängefeder bei jeder Pendelschwingung durch das Räderwerk eine kleine Biegung erfährt und hierdurch ein wenig gespannt wird, und diese Spannkraft der Pendelfeder ist es, welche dem Pendel den Antrieb ertheilt. Da diese Biegung um eine Axe erfolgt, welche mit der Schwingungsaxe des Pendels zusammenfällt, und ausserdem jedesmal nahezu in dem Moment eintritt, in welchem das Pendel durch die Mittellage hindurchschwingt, so ist ausser der vollkommenen Freiheit des Pendels auch noch der grosse Vortheil erreicht, dass Ungleichheiten in der Kraftzufuhr vom Räderwerk sowie in den Auslösungswiderständen keinen nachtheiligen Einfluss auf die Gleichförmigkeit des Uhrgangs haben, was sowohl theoretisch begründet, als auch durch den guten Gang zahlreicher, mit diesem Echappement ausgeführter astronomischer Uhren, Thurmuhren u. s. w. praktisch erwiesen ist.

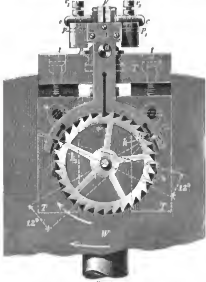
In den Zeichnungen stellt Fig. 1 die Vorder- und Fig. 2 die Seitenansicht des Echappements in $^5/_6$ der wirklichen Grösse dar, wie dasselbe für astronomische Uhren ausgeführt wird. In der Anwendung für Thurmuhren sind die Dimensionen der einzelnen Theile etwas grösser gewählt.

TT (Fig. 1 und 2 a. f. S.) ist ein an der rückseitigen Werkplatine *W* der Uhr durch vier Schrauben *uu* festgeschraubter kräftiger Träger aus Metallguss, in welchem die beiden Lagersteine *PP* befestigt sind, deren ebene Oberflächen, zwischen denen die Pendelaufhängung hindurchgeht, zusammen in einer horizontalen Ebene liegen.

Auf dieser Ebene liegt die Drehungsaxe *aa* des Ankers *A*, welche durch



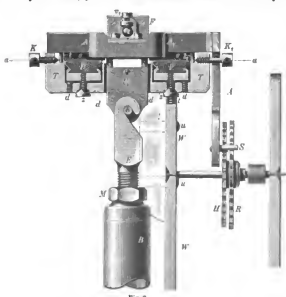
die Messerschneiden der Stahlprismen cc gebildet ist. Die für den ordnungsgemässen Eingriff des Ankers in die Gangräder H und R erforderliche Richtung erhält die Drehungsaxe des Ankers durch die Kernerspitzen der Schrauben KK_1, welche jedoch, wenn das Pendel B eingehängt ist, ein wenig zurückgeschraubt werden, damit sie das freie Spiel des Ankers nicht beeinträchtigen.


Fig. 1.

FF_1 (Fig. 2) ist die auf das Ankerstück AA_1 aufgesetzte Pendelaufhängung mit der Pendelfeder ii, deren Biegungsaxe genau mit der Drehungsaxe aa des Ankers zusammenfällt.

Das Gangrad ist ein Doppelrad und besteht aus dem Hebungsrad H (Fig. 1 u. 2) und dem etwas grösseren Ruherad R. Die Zähne hh_1 des ersteren bewirken mit ihren schrägen Flächen die Hebung, die Zähne rr_1 des letzteren bilden mit ihren radialen Flächen die Ruhen.

S und S_1 sind die Hebe- und zugleich Ruhepaletten des Ankers. Dieselben sind zylindrisch, jedoch am vorderen Ende bis zur Zylinderaxe abgeflacht.


Fig. 2.

An der Zylinderfläche findet die Hebung des Ankers durch die Zähne des Hebungsrades H statt, an den ebenen Flächen erfolgt die Ruhe durch die Zähne des Ruherades R.

Das Spiel des Echappements ist nun folgendes: Fig. 1 stellt dasselbe in dem Moment dar, in welchem das Pendel sich in der Ruhelage befindet und der Zahn r des Ruherades auf der ebenen Fläche der Palette S aufruht.

Schwingt nun das Pendel in der Richtung des Pfeiles nach links aus, so bleibt die Pendelfeder ii zunächst noch gerade gestreckt und die Schwingung findet anfänglich um die Schneidenaxe aa des Ankers statt. Der Anker A wird, weil

er durch die Pendelfeder ii mit dem Pendel in Verbindung steht, diese Schwingung des Pendels soweit mitmachen, bis die Zahnspitze des Ruheradzahnes r von der Ruhefläche der Palette S herabfällt. — Das Pendel hat bis dahin einen Bogen (Ruhebogen) von etwa $^1/_4{}^\circ$ zurückgelegt. — In diesem Moment ist die Zylinderfläche der Palette S_1 an den Hebezahn h des Hebungsrades bis auf den erforderlichen Spielraum herangerückt, die Räder drehen sich in der Pfeilrichtung, bis der Ruhezahn r_1 auf der ebenen Fläche der Palette S_1 aufliegt und der Hebungszahn h bewirkt während dieser Drehung die Hebung, d. h. derselbe drängt die Palette S_1 zurück und bewegt dadurch den Anker in einer der Pendelschwingung entgegengesetzten Richtung.

Durch diese vom Räderwerk bewirkte Drehbewegung des Ankers hat die Pendelfeder ii eine kleine Biegung um die Schwingungsaxe aa und damit eine geringe Spannung erfahren, welche dem Pendel den Antrieb ertheilt.

Das Pendel folgt jedoch nicht sofort der antreibenden Kraft, sondern vollendet zunächst seine Schwingung nach links, nunmehr um die Biegungsaxe der Pendelfeder schwingend, wobei der Anker in Ruhe bleibt. Der betreffende Ergänzungsbogen beträgt bei astronomischen Uhren 1° und bei Thurmuhren $1^1/_2$ bis $1^5/_8{}^\circ$ nach jeder Seite hin.

Bei der Rückkehr des Pendels wird, nachdem dasselbe die Ruhelage nach rechts überschritten hat, der inzwischen auf S_1 aufgeruhte Zahn r_1 frei und eine neue Hebung findet auf der anderen Seite durch den Zahn h_1 statt.

In der Abbildung sind noch verschiedene kleine Konstruktionstheile sichtbar, welche bisher nicht erwähnt worden sind. Dieselben haben mit der eigentlichen Funktion des Echappements nichts zu thun, sondern sind lediglich Regulirungsvorrichtungen für die genaue und bequeme Montirung des Echappements.

Die konische Schraube v (Fig. 1) dient zur Einstellung der Weite des Ankers, während die Tiefe des Ankereingriffes in die Gangräder durch die Schrauben tt eingestellt wird.

Durch die Schrauben $v_1 v_2$ der Pendelaufhängung, welche durch kleine Gegenmuttern festgestellt werden können, wird die Höhenlage der Pendelaufhängung eingestellt, derart, dass die Biegungsaxe der Pendelfeder ii mit der Schneidenaxe als der Drehungsaxe aa des Ankers zusammenfällt. Zugleich wird durch diese Schrauben auch der gleichmässige Abfall des Pendels regulirt.

Die Lagerschrauben $v_1 v_2$ der Pendelaufhängung ruhen mit ihren konischen Stirnflächen nicht direkt auf dem Ankerstück AA_1, sondern auf dünnen, mit entsprechenden Vertiefungen versehenen Lagerplättchen pp_1, welche auf das Ankerstück AA_1 aufgeschraubt sind, jedoch einigen Spielraum in den Schraubenlöchern haben. Dadurch kann die genaue Uebereinstimmung der Schneidenaxe aa mit der Biegungsaxe der Pendelfeder in horizontaler Richtung bewirkt werden.

l und l_1 (Fig. 2) sind eingeschraubte Stahlstifte mit seitlichen Hohlkernern, in welche die Kernerspitzen der Richtungsschrauben KK_1 eingreifen.

Die Lagersteine PP ruhen mit ihren Messingfassungen auf je drei Druckschrauben d auf, welche im Pendelträger T ihr Gewinde haben. Durch die Zugschrauben z werden sie in der erforderlichen Lage festgehalten.

Wie leicht ersichtlich ist, bestehen die Widerstände, welche durch die Verbindung des Pendels mit dem Uhrwerk auf das Pendel einwirken, nur in der Axenreibung des Ankers und in dem Auslösungswiderstand, welcher bei dem Herabgleiten der Zähne des Ruherades von den Ruheflächen der Paletten statt-



findet. Beide Widerstände sind aber äusserst gering und überdies von sehr konstanter Grösse.

Was zunächst die Axenreibung des Ankers betrifft, so besteht dieselbe nur aus der verschwindend kleinen wälzenden Bewegung der Stahlschneiden *cc* auf den vollkommen ebenen und sehr harten Lagersteinen *PP*. Sie wirkt überdies nur einen kurzen Moment, in welchem das Pendel durch die Ruhelage hindurchschwingt, also in dem nur $1/2°$ betragenden Theil der Pendelschwingung, in welchem dasselbe die grösste Geschwindigkeit besitzt, auf das Pendel ein. Bei dem weitaus grössten Theil des Schwingungsbogens schwingt das Pendel um die Axe der Pendelfeder.

Auch der Auslösungswiderstand auf den Steinpaletten S und S_1 ist sehr nahe gleich Null, weil die Ruheflächen nicht radial gestellt sind, sondern mit dem Radius der Gangräder einen Winkel von etwa 10 bis 12° bilden, welcher der Grösse des Reibungswinkels zwischen Stein und Messing gleichkommt. Die Paletten sind also auf Schub, nicht wie beispielsweise beim Anker der Taschenuhr auf Zug eingestellt. Die Gefahr einer unzeitigen Auslösung ist dabei ausgeschlossen, weil die Paletten durch die Spannung, welche die Pendelfeder bei dem Ausschwingen des Pendels erfährt, an die Zähne des Hebungsrades angedrückt werden.

Das Echappement ist zugleich ein solches mit konstanter Kraft, insofern als nämlich die Einrichtung desselben es mit sich bringt, dass die Bewegung des Ankers von der Mittellage nach beiden Seiten stets innerhalb der gleichen Grenzen stattfindet, während bei anderen Echappements, z. B. bei Graham-Gang, die Bewegung des Ankers vom Ausschlag des Pendels abhängt. Die Pendelfeder, welche in Folge der Bewegung des Ankers gebogen wird, erfährt somit stets die gleiche Biegung, gleichgiltig ob die im Steigrade wirkende Kraft gross oder klein ist, wenn sie überhaupt nur jenen Grad von Stärke erreicht, der erforderlich ist, um die Feder zu biegen. Ein weiteres Anwachsen dieser Kraft kann aber keine stärkere Biegung der Pendelfeder bewirken. Die in Folge der gleich grossen Biegung unmittelbar an der Biegungsstelle entstehenden Molekularspannungen der Pendelfeder treten daher stets in der gleichen Stärke auf und bilden eine konstante Antriebkraft, so lange sich nicht, etwa durch ungünstige Umstände (Rostbildung an der Feder), die Elastizitätsverhältnisse der Pendelfeder wesentlich ändern sollten.

Nur wenn wegen zu leichten Zuggewichtes die Hebung des Ankers unvollkommen oder so langsam vor sich gehen würde, dass sie erst am Ende der Pendelschwingung beendet wäre, könnte eine geringe Aenderung des Antriebes eintreten. Dieser Fall ist jedoch ohne praktische Bedeutung, weil die Aenderung unter allen Umständen sehr klein ist und weil die Biegung der Pendelfeder (Umschaltung des Ankers) in der Mittellage des Pendels erfolgt und selbst bei einem verhältnissmässig kleinen Zuggewicht ungemein rasch vor sich geht.

Der Schwingungsbogen des Pendels ist daher bei diesem Echappement stets nahezu konstant. Was die Grösse desselben anbelangt, so hängt diese lediglich von der Spannkraft der Pendelfeder ab. Diese Spannkraft richtet sich einerseits nach der Grösse der Biegung, welche die Feder bei der Umschaltung des Ankers erfährt, und dieser Biegungswinkel ist durch die Steigung der Zähne des Hebungsrades bestimmt. Andererseits ist die Spannkraft der Pendelfeder auch von der Breite der Feder, hauptsächlich aber von ihrer Dicke abhängig.

Bei astronomischen Uhren beträgt die Dicke der Pendelfeder 0,1 *mm* und

der ganze Schwingungsbogen des Pendels ist $2^1/_2$ bis $2^3/_4°$. Wird jedoch bei diesen Uhren ein elektrischer Kontakt angewendet, so ist es vortheilhaft, den Schwingungsbogen auf $2^3/_4$ bis $3°$ zu erhöhen, was durch eine Pendelfeder von 0,125 *mm* Dicke erreicht wird, während man bei Thurmuhren einen Schwingungsbogen von $4°$ mit einer 0,2 *mm* dicken Pendelfeder erhält.

Man wird aus der Beschreibung entnehmen können, inwiefern die oben aufgestellten Bedingungen bei diesem Echappement erfüllt sind und worin seine hauptsächlichsten Eigenthümlichkeiten bestehen:

1) Das Pendel schwingt vollkommen frei und unabhängig vom Uhrwerk.

2) Der Pendelantrieb sowie die Auslösung finden in der Schwingungsaxe statt, so dass der Antriebhebel die geringste irgendwie mögliche Länge hat. Dieselbe beträgt nur Bruchtheile eines Millimeters, da die Biegung der Pendelfeder sich nur über eine so geringe Länge erstreckt. (Wenn auch die Gangradzähne auf einen längeren Hebel, nämlich den Anker, einwirken, so liegt doch der Angriffspunkt der Kraft am Pendel innerhalb des gebogenen Theils der Feder, also an einem äusserst kurzen Hebel.)

3) Der Antrieb und die Auslösung finden in dem Moment statt, in welchem das Pendel durch die Mittellage hindurchschwingt, also die grösste lebendige Kraft besitzt.

4) Da die Hebung des Ankers sehr rasch vor sich geht, so vollzieht sich auch der Antrieb sehr schnell. Derselbe findet aber auch vollständig stossfrei statt, weil er nicht von dem starren Pendelstab, sondern von einem elastischen Zwischenglied, der Pendelfeder, aufgenommen wird.

Aus den genannten Gründen haben Ungleichheiten in der Kraftzufuhr und in den Auslösungswiderständen keinen störenden Einfluss von merklicher Grösse auf die Gleichförmigkeit des Uhrganges.

Die ausserordentlich geringe Länge des Antriebhebels könnte wohl die Vermuthung erwecken, dass dafür eine um so grössere Triebkraft erforderlich sei. Allein es ist eine weitere Eigenthümlichkeit dieses Echappements, dass dasselbe ein verhältnissmässig geringes Zuggewicht erfordert. Die Erklärung hierfür liegt darin, dass die volle im Gangrad wirksame Kraft zum Biegen der Pendelfeder, d. i. zum Antrieb verwendet wird.

Der Ergänzungsbogen ist bei diesem Echappement drei- bis viermal so gross als der Hebungsbogen. Das Pendel ist deshalb in hohem Grade unempfindlich gegen störende Einflüsse mechanischer Art, auch schwingt dasselbe fort, so lange noch eine Spur von Kraft im Gangrad vorhanden ist.

Die Anzahl der wirkenden Theile des Echappements ist geringer als bei irgend einem der bekannten Echappements. Dasselbe funktionirt daher mit der grössten Sicherheit.

Das Echappement erfordert kein schweres Pendel, sondern es giebt selbst bei Anwendung eines sehr leichten Pendels noch gute Gangresultate.

Bemerkenswerth ist noch, dass das starke Auffallen der Zähne des Ruherades auf die Ruheflächen der Paletten einen sehr laut tönenden Pendelschlag verursacht.

Ueber eine neue Spektroskop-Konstruktion.

Von
Dr. C. Pulfrich in Jena.
(Mittheilung aus der optischen Werkstätte von Carl Zeiss in Jena.)

In der nachstehend beschriebenen Spektroskop-Konstruktion ist — wie ich glaube, in dieser Form zum ersten Mal — der Versuch gemacht worden, die Methode des in sich zurückkehrenden Strahles (Prinzip der Autokollimation) in Anwendung zu bringen auf die bekannten Prismenkombinationen, wie sie zuerst von Rutherford (Flintglasprisma von sehr grossem brechenden Winkel mit angekitteten Kronglasprismen) und später von Wernicke[1]) (statt des Flintglases Zimmtsäureaethylaether) benutzt wurden. Ich glaube dadurch erreicht zu haben, dass diese wegen ihrer grossen Lichtstärke und hohen Dispersion rühmlichst bekannten Prismenkombinationen gewisse Mängel, die in ihrer bisherigen Anwendungsweise begründet lagen, verlieren, und dadurch für spektroskopische und vielleicht auch spektrographische[2]) Studien noch mehr geeignet werden, als es bisher schon der Fall war.

Die Vorzüge, welche die Methode des in sich zurückkehrenden Strahles in der Anwendung auf die Spektroskopie besitzt, liegen — abgesehen von der grossen Annehmlichkeit für den Beobachter, die verschiedenen Theile des Spektrums immer bei unveränderter Stellung des Fernrohrs (bezw. der Platte bei photographischen Aufnahmen) beobachten zu können — hauptsächlich in den beiden folgenden Punkten von mehr grundsätzlicher Bedeutung: Erstens in dem Umstand, dass man durch eine verhältnissmässig einfache Vorrichtung dem Prismensystem die Stellung der Minimalablenkung zu geben vermag, in Folge dessen jede Spektrallinie, die gerade im Gesichtsfeld des Fernrohrs sichtbar wird, immer von selbst im Maximum der Deutlichkeit erscheint, und zweitens in dem Umstand, dass man im Stande ist, ohne dem Apparat eine für den praktischen Gebrauch unbequeme Ausdehnung geben zu müssen, die Brennweite von Kollimator- und Fernrohrobjektiv relativ sehr gross zu nehmen, wodurch eine unter sonst gleichen Umständen nicht unbeträchtliche Steigerung der Reinheit und Ausdehnung des Spektrums herbeigeführt wird.[3])

Sehen wir uns zunächst einmal diejenigen Konstruktionsformen von Spektroskopen etwas näher an, bei welchen das Prinzip der Autokollimation bereits Anwendung gefunden hat.

Die erste Verwerthung des Prinzips zur Konstruktion eines Spektroskops mit nur einem Prisma dürfte nach Angabe von v. Littrow[4]) bei Duboscq zu suchen sein. Vor dem mit Spalteinrichtung versehenen, feststehenden Fernrohr — darüber, wie die Spalteinrichtung beschaffen war, habe ich keine Angaben auffinden können — war ein dreissiggradiges Prisma, drehbar um die Axe M (Fig. 1) angebracht.[5])

[1]) Wernicke, *diese Zeitschr. 1881. S. 353.*

[2]) Vgl. Lohse, *diese Zeitschr. 1885. S. 11.*

[3]) Vgl. Lippich, *Central-Zeitung für Optik und Mech. 1881. S. 49 u. 61. — Diese Zeitschr. (Referat) 1881. S. 168.*

[4]) v. Littrow, *Wien. Ber. Bd. 47. II. S. 29. 1863.*

[5]) Im Prinzip also genau die gleiche Anordnung, wie sie in dem von Herrn Abbe konstruirten Spektrometer (man vgl. *diese Zeitschr. 1889. S. 361* und den *Katalog über optische Messinstrumente von Carl Zeiss, Jena, 1893*) eine so äusserst werthvolle Anwendung auf spektrometrische Aufgaben (Bestimmung des Brechungs- und Zerstreuungsvermögens eines Körpers) gefunden hat.

Die Rückfläche des Prismas war versilbert. Duboscq hatte das Charakteristische seiner Methode richtig erkannt, dass nämlich der Strahlengang für den in sich zurückkehrenden Strahl genau derselbe ist, wie er dem durch ein Prisma vom doppelten brechenden Winkel (60°) hindurchtretenden Strahle im Minimum der Ablenkung zukommt, dass ferner zur folgeweisen Einstellung des Prismas für die verschiedenen Farben eine einfache Drehung des Prismas ausreicht, und dass endlich in Bezug auf die Dispersion beide Methoden unter sonst gleichen Umständen als vollkommen gleichwerthig anzusehen sind. Es ist daher einigermaassen auffällig, dass diese Duboscq'schen Spektroskope gegenüber der grossen Verbreitung, welche die bekannten Spektroskope mit 60-gradigem Prisma gefunden haben, so viel mir bekannt, in Laboratorien so gut wie gar nicht vorkommen.

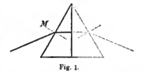


Fig. 1.

Die erste Anwendung desselben Prinzips auf mehrere hinter einander aufgestellte Prismen von je 60° brechendem Winkel rührt von v. Littrow (a. a. O.) her. Die vorhandenen (4) Prismen konnten mit Hilfe einer besonderen mechanischen Vorrichtung so bewegt werden, dass jedes einzelne Prisma für die gerade beobachtete Strahlengattung von selbst die Stellung der minimalen Ablenkung einnahm. Der Strahlengang ist aus der nebenstehend schematisch gezeichneten Fig. 2 zur Genüge zu ersehen. Die erhaltene Dispersion ist auch hier gleich der Dispersion eines Prismensystems von der doppelten Prismenzahl im durchfallenden Lichte. Bei v. Littrow findet sich auch der später wiederholt zur Ausführung gebrachte[1]) Gedanke ausgesprochen, dass man die Dispersion eines Spektroskopes sogar auf den vierfachen Betrag der Dispersion der vorhandenen Prismen steigern kann, dadurch nämlich, dass man den Lichtstrahl mit Hilfe eines besonderen Reflexionsprismas aus einer Etage in eine andere überführt und dann erst in sich zurückkehren lässt.

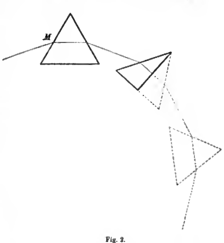


Fig. 2.

Nach v. Littrow ist das Prinzip der Autokollimation wiederholt und von den verschiedensten Seiten (Browning, Hilger, Krüss, Grubb, Bracket u. A. mehr)[2]) zum Bau von Spektroskopen benutzt worden. Die zur automatischen Prismeneinstellung dienende Vorrichtung hat sich bei diesen Apparaten immer mehr vervollkommnet.[3]) Auch in anderer Hinsicht haben sich diese gegenwärtig sehr beliebt gewordenen Spektroskop-Konstruktionen zu immer höherer Vollkommen-

[1]) Vgl. u. A. Cornu, *diese Zeitschr. 1883. S. 171.*

[2]) Man vgl. die Darstellung des Herrn Krüss *„Ueber Spektralapparate mit automatischer Einstellung"* in *dieser Zeitschr. 1885. S. 181 u. 232; 1888. S. 388.*

[3]) Siehe insbesondere die neuerdings von Krüss (*diese Zeitschr. 1890. S. 97*) beschriebene sinnreiche Anordnung.

heit entwickelt. Besonders erwähnenswerth ist eine Einrichtung, welche gestattet, dass das die Reflexion der Lichtstrahlen vermittelnde Halbprisma (oder der Spiegel) nach Belieben zwischen je zwei auf einander folgende Prismen eingeschoben werden kann. Dadurch ist der Beobachter in den Stand gesetzt, die Dispersion des Apparates innerhalb gewisser durch die Zahl der vorhandenen Prismen vorgeschriebenen Grenzen willkürlich abzuändern, ohne im Uebrigen irgend etwas an der Anordnung des Apparates ändern zu müssen.[1])

Was nun die Anwendung des Prinzips der Autokollimation auf die oben erwähnten Rutherford'schen bezw. Wernicke'schen Prismenkombinationen anbetrifft, so giebt es hierfür zwei verschiedene Wege, von denen der eine bereits von Krüss[2]), Prazmowski[3]) und Schmidt & Haensch[4]) betreten worden ist, und welcher darauf hinausläuft, dass man bei den oben genannten Konstruktionsformen mit automatischer Prismeneinstellung die sechziggradigen Prismen entweder sämmtlich oder nur zum Theil durch die genannten Prismenkombinationen ersetzt. Solche Spektroskope haben vor den mit sechziggradigen Prismen, gleiche Dispersion vorausgesetzt, wegen des Fortfalls der zahlreichen Reflexionen jedenfalls den Vorzug der grösseren Lichtstärke voraus.

Der zweite, wie mir scheint näherliegende Weg ist der, den ich bei der Konstruktion des vorliegenden Spektroskopes eingeschlagen habe, und der, wie aus der nachstehenden Beschreibung ersichtlich ist, unmittelbar an den von Duboscq betretenen anschliesst.

Wir können uns nämlich jedes Rutherford'sche oder Wernicke'sche Prisma, gleichviel ob dasselbe aus drei oder mehr untereinander verkitteten Einzelprismen besteht, durch eine den brechenden Winkel des mittleren Prismas halbirende Ebene immer in zwei in Bezug auf diese Ebene vollkommen symmetrische Hälften zerlegt denken (vergl. Fig. 3 und Fig. 4), deren jede bei Anwendung der Methode des in sich zurückkehrenden Strahles

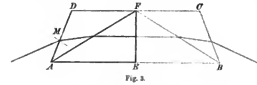


Fig. 3.

[1]) Eine neue, von der obenstehenden etwas abweichende Form des Littrow'schen Spektroskops hat F. L. O. Wadsworth im Juliheft dieses Jahres im *Philosophical Magazine S. 137* beschrieben. Bemerkenswerth an diesem Apparat ist, dass das Objektiv durch einen (innen) versilberten Hohlspiegel von beiläufig 1,7 bezw. 4,7 *m* Brennweite ersetzt ist, zum Zweck des vollständigen Wegfalls der an den Flächen eines Objektivs auftretenden, störenden Reflexerscheinungen. Die vom Spalt kommenden und durch ein kleines Reflexionsprisma auf den Hohlspiegel geworfenen Strahlen werden von diesem als ein System paralleler Strahlenbündel reflektirt und fallen dann auf ein sechziggradiges Flintglasprisma mit dahinter aufgestelltem Planspiegel. Derselbe Hohlspiegel vereinigt die in sich zurückkehrenden Strahlen wieder zu einem Spektrum. — Der sinnreiche Apparat dürfte durch Anwendung unserer im Text weiter unten beschriebenen Kombination (an Stelle von Prisma und Planspiegel) eine nicht unwesentliche Verbesserung erfahren. Durch eine persönliche Mittheilung erfahre ich, dass die Herren Kayser und Runge eine der Wadsworth'schen ganz ähnliche Anordnung bei einem Spektralapparat haben ausführen lassen, mit dem sie im Vakuum zu photographiren beabsichtigen.

[2]) Krüss, *d. Zeitschr. 1887. S. 183.*

[3]) Prazmowski, *d. Zeitschr. 1889. S. 106.*

[4]) Schmidt & Haensch, *Spezial-Katalog, Ausstellung in Chicago 1893. S. 70.*

genau den gleichen Betrag der Dispersion hervorruft, wie das ursprüngliche, ungetheilte Prisma im durchfallenden Lichte. Zugleich ist ersichtlich, dass die automatische Einstellung auf das Minimum der Ablenkung hier genau ebenso durch eine einfache Drehung des Prismas um M bewerkstelligt werden kann, wie oben (Fig. 1) für die Hälfte eines gewöhnlichen sechziggradigen Prismas angegeben war.

Diese Anordnung gewährt uns somit die Möglichkeit, die Dispersion des Spektroskopes je nach der Wahl der angewandten Prismenkombination der Dispersion eines Spektroskopes mit beliebig vielen 60gradigen Prismen gleich zu machen, ohne dass wir dabei gezwungen sind, zum Zwecke der automatischen Einstellung der Prismenkombination auf das Minimum der Ablenkung, etwas anderes als eine gewöhnliche Drehungsaxe anzuwenden. Eine Drehungsaxe erfüllt nicht allein den angegebenen Zweck in grösster Vollkommenheit, sie gewährt noch den weiteren Vortheil, dass die zur Messung des Abstandes bestimmter Spektrallinien dienenden Messvorrichtungen (Theilkreis und Mikrometervorrichtung) an dem festesten Theile des Instruments, der Drehungsaxe, angebracht werden können (Angaben direkt in Winkelmaass), in Folge dessen diesen Messungen jetzt ein viel höherer Grad der Genauigkeit gewährleistet werden kann, als andere Messvorrichtungen zu bieten im Stande sind.

Es ist aus praktischen Gründen begreiflich, dass man zur Herstellung immer stärker dispergirender Prismenkombinationen nicht beliebig viele Flint- und Kronglasprismen zusammenfügen darf. Mit der Zahl der Prismen steigen in erhöhtem Maasse die Schwierigkeiten der technischen Herstellung. Dadurch ist nothwendig der Grösse der Dispersion eine gewisse Grenze gesetzt, von wo aus eine weitere Dispersionssteigerung nur auf Kosten der Reinheit des Spektrums stattfindet. Nun liegt aber für uns die Sache insofern sehr günstig, weil wir es ja immer nur mit der Hälfte des Prismas zu thun haben. Wir brauchen also auch nur die Hälfte des Materials, die halbe Zahl der Kittungen, und was für die technische Herstellung auch von Wichtigkeit ist, wir brauchen nicht mehr mit der für die ganze Prismenkombination nothwendigen Peinlichkeit darauf zu achten, dass die bezüglichen Prismenwinkel zu beiden Seiten der Symmetrieebene gleich werden. Letzteres wird bei der jetzigen Anordnung ohne weiteres und zwar in aller Strenge erreicht.

So viel ist sicher, dass die Herstellung von Prismenkombinationen, bei denen nur zwei oder drei Einzelprismen mit einander verbunden sind, kaum einer nennenswerthen Schwierigkeit begegnen wird. Wir wollen die Wirkung solcher aus zwei bezw. drei Theilen bestehenden Kombinationen an einigen Beispielen (vergl. auch Wernicke, a. a. O.) näher erläutern.

Die in obiger Fig. 3 abgebildete Kombination stellt eine Verbindung eines Flintglases mit einem Kronglase (beides Jenaer Gläser von relativ sehr grosser Durchsichtigkeit) dar, bei welcher der mit nur zwei Prismen erreichbare höchste Grad der Dispersion absichtlich vermieden wurde, und in Wirklichkeit auch noch lange nicht erreicht ist.[1]) Die Kombination zeichnet sich dafür durch eine sehr grosse Helligkeit im Violett aus. Die optischen Konstanten (Brechung und Dispersion) der benutzten Gläser sind in der üblichen Bezeichnung:

---

[1]) Das mit obiger Prismenkombination ausgerüstete Spektroskop (vergl. weiter unten) liess sehr deutlich die Nickellinien zwischen den beiden D-Linien des Sonnenspektrums erkennen.

Flintglasprisma AEF, 57° brechender Winkel:

$n_D = 1{,}6800, \quad n_F - n_C = 0{,}02152, \quad \nu = 31{,}6,$

Kronglasprismen AFD, 40° brechender Winkel:

$n_D = 1{,}5170, \quad n_F - n_C = 0{,}00847, \quad \nu = 61{,}0.$

Hieraus berechnet sich die Dispersion, das ist der doppelte Betrag des Richtungsunterschiedes der an der Hinterfläche normal reflektirten Strahlen (doppelter Drehungswinkel des Prismas) für das Gebiet von C bis F zu 4° 34'. Die Dispersion ($C - F$) eines 60-gradigen Prismas aus gewöhnlichem Flintglase ($n_D = 1{,}62$) zu etwa 1½° gerechnet, repräsentirt unsere in Fig. 3 abgebildete Kombination somit eine Dispersion, wie sie durch drei hintereinander aufgestellte Flintglasprismen von 60° erreicht wird.

Eine entsprechend weitergehende Dispersionssteigerung findet statt bei Anwendung von drei mit einander verkitteten Einzelprismen. Die Dispersion solcher Prismen ist gleichwerthig der von fünftheiligen Rutherford'schen Prismen und kann je nach den optischen Konstanten der Bestandtheile der Wirkung von 6, 7 oder 8 Flintglasprismen von je 60° gleich gemacht werden.

Wir sehen also, dass schon bei Anwendung von nur zwei oder drei Bestandtheilen es nicht schwer hält, eine Kombination zu finden, die praktisch leicht ausführbar ist, und die, was die Höhe der Dispersion anbetrifft, schon verhältnissmässig sehr hohen Anforderungen zu genügen im Stande ist.

Vielleicht hat es noch einiges Interesse, zu sehen, in welcher Weise bei unserer jetzigen Anordnung die von Wernicke als Ersatz für das stark absorbirende Flintglas vorgeschlagene Flüssigkeit, Zimmtsäureaethylaether, Anwendung findet. Ich glaube, dass dies am einfachsten und sichersten in einer dreitheiligen Kombination geschieht, etwa so, wie in nachstehender Figur 4 angedeutet ist, welche eine Kombination darstellt, die ich einmal versuchsweise habe ausführen lassen und die bei sorgfältiger Temperaturregulirung recht gute Bilder gegeben hat.

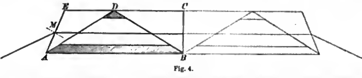


Fig. 4.

ABD ist eine Glasröhre, deren Enden abgeschrägt und mit aufgekitteten Kronglasprismen ADE und BCD versehen sind. Der brechende Winkel des so gebildeten Hohlprismas war gleich 120°, derjenige der beiden Kronglasprismen 63° bezw. 35°. Die Flüssigkeit war auf Empfehlung von Wernicke in guter Qualität von C. F. Kahlbaum-Berlin bezogen. Aus den angegebenen Winkelwerthen und den nachstehenden optischen Konstanten:

Zimmtsäureaethylaether $n_D = 1{,}5607 \quad n_F - n_C = 0{,}0286, \quad \nu = 19{,}6,$

Kronglas $n_D = 1{,}5170 \quad n_F - n_C = 0{,}0085, \quad \nu = 61{,}0,$

berechnet sich die Dispersion von $C - F$ zu 12,°1, also ein Werth, wie er ungefähr durch acht hintereinander aufgestellte Flintglasprismen von 60° erreicht wird.

Es mag vielleicht auffallen, dass in beiden Figuren 3 und 4 der Lichtstrahl die Vorderfläche des Prismas unter demselben Einfallswinkel (etwa 45°) trifft. Dieser Umstand ist darauf zurückzuführen, dass ich bei der Berechnung der Prismenkombinationen den Zweck verfolgte, dem beobachtenden Auge zusammen mit dem Spektrum auch das Reflexbild einer Vergleichsskale — Wellenlängen-

skale — zuzuführen. Es geschieht das am besten, indem man das Skalenrohr ungefähr senkrecht zum Beobachtungsrohr stellt. In Fällen, wo auf die Anwendung der Vergleichsskale verzichtet werden kann, wird man jedenfalls gut thun, das Prismensystem so zu berechnen, dass die einfallenden Lichtstrahlen unter kleineren Winkeln als 45° auf die Vorderfläche auffallen. Der Lichtverlust durch Reflexion an der Vorderfläche würde dann noch etwas geringer sein als in unserem Falle.

Es ist nach Vorstehendem selbstverständlich, dass man die Konstruktion der übrigen Theile des Spektroskops ganz ohne Rücksicht auf die besondere Form der Prismenkombination vornehmen kann. Dieser Umstand ermöglicht die Austauschbarkeit eines gegebenen Prismas gegen ein anderes von höherer oder geringerer Dispersion, ohne dass im Uebrigen an der ganzen Anordnung etwas geändert zu werden braucht. Dem Prismenträger liesse sich mit Leichtigkeit eine Einrichtung geben, welche gestattet, dass durch einige leicht auszuführende Handgriffe das vorhandene Prisma vom Apparat herunter genommen und an seine Stelle (justirbar) ein anderes, beispielsweise also auch ein gewöhnliches dreissiggradiges Flintglasprisma aufgesetzt werden kann, und man wäre dann im Stande, je nach den Anforderungen des einzelnen Falles bald mit höherer, bald mit geringerer Dispersion zu arbeiten. Die Ausrüstung des Apparates mit drei Prismen, einem gewöhnlichen dreissiggradigen und je einer zwei- bezw. dreitheiligen Kombination dürfte in dieser Hinsicht schon ziemlich weitgehenden Ansprüchen genügen.

Wir wollen jetzt versuchen, die spezielle Einrichtung eines unter den angegebenen Gesichtspunkten konstruirten Spektroskops an der Hand der nachstehenden Figuren 5, 6 und 7, von denen Fig. 5 die Seitenansicht des Apparates, Fig. 6 den Strahlengang und Fig. 7 die Spalteinrichtung des Okulars darstellen, im Einzelnen etwas näher zu erläutern.

Was beim Anblick der Fig. 5 zuerst in die Augen fällt, ist der Umstand, dass der Apparat in schräger Lage (Beobachtungsrohr ungefähr unter 45° zur Tischplatte geneigt) montirt ist. Für den Laboratoriumsgebrauch dürfte diese Lage vor der bisher allgemein üblichen horizontalen den Vorzug der grösseren Bequemlichkeit beim Beobachten haben. Wenigstens scheint mir das nach den bisherigen Versuchen der Fall zu sein. Doch ist das mehr Geschmacksache, in diesen Dingen lässt sich bekanntlich eine feste Norm nicht aufstellen.

Ueber die einzelnen Apparattheile orientiren wir uns schnell. *P* bedeutet die Seite 356 beschriebene zweitheilige Prismenkombination. Dieselbe ist auf einer um die Axe *A* drehbaren Platte befestigt. Grössere Drehungen des Prismas erfolgen aus freier Hand, der Drehungswinkel wird an dem in halbe Grade getheilten und mit Index versehenen Kreissektor *T* (Fig. 6) abgelesen. Die Feineinstellung geschieht mit Hilfe der Klemmschraube *K* und der Mikrometervorrichtung *M*. Letztere gestattet, den Drehungswinkel des Prismas mit einer Genauigkeit von 1 Trommeltheil = 10″ abzulesen (bezüglich der Einstellungsmarke vgl. weiter unten). Die genannten Theile befinden sich sämmtlich in einer Lage, in der sie von der operirenden rechten Hand (der Arm ruht auf der Tischplatte) bequem erreicht werden können. Auch die Ablesung der Trommel und Theilung (Stirntheilung) hat weiter keine Schwierigkeiten.

Auf der linken Seite des Beobachters befindet sich in fester Lage, dem Prisma *P* gegenüber, senkrecht zum Fernrohr *F*, das Skalenrohr mit Beleuchtungs-

system O_1 und Skale, letztere eine von $\lambda = 750$ bis 400 in Einheiten der zweiten Dezimale getheilte Russskale. Das Rohr ist mit Hilfe der Schraube E um eine parallel zur Drehungsaxe des Prismas gelegene Axe drehbar, so dass der Beobachter jeder Zeit die genaue Einstellung der Skale vornehmen kann. Zwischen Prisma und O_1 ist eine wegschlagbare Klappe angebracht, welche das vom Skalenrohr kommende Licht zeitweise vom Beobachtungsrohr fernhält und gleichzeitig das Zustandekommen der von den beiden Flächen des Objektivs O_1 herrührenden Reflexbilder des Spaltes verhindert.

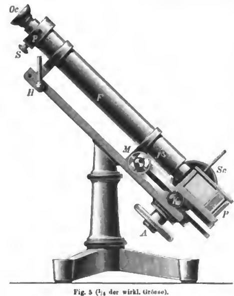


Fig. 5 (1/4 der wirkl. Grösse).

Ein besonderes Interesse beansprucht natürlich die Einrichtung des gleichzeitig den Zwecken der Beobachtung und der Beleuchtung dienenden Fernrohrs F. Das Objektiv Ob hat eine Oeffnung von 21 *mm* und eine Brennweite von 255 *mm*. Die beiden dem Apparate beigegebenen Okulare haben eine 6- bezw. 12-fache Eigenvergrösserung. In der Brennebene des Objektivs befindet sich die in nachstehender Fig. 7 abgebildete Spaltvorrichtung. Der Spalt s kann mit Hilfe der Schraube S messbar auf jede gewünschte Breite eingestellt werden. Die Gefahr einer Beschädigung der Schneiden des Spaltes durch die Schraube ist ausgeschlossen. Der Spalt ist so angeordnet, dass die untere Hälfte des Gesichtsfeldes für die Beobachtung vollständig frei bleibt. p_1 und p_2 sind zwei Reflexionsprismen, die sich über dem Spalt s dicht aneinanderlegen, und welche den Zweck haben, die gleichzeitige

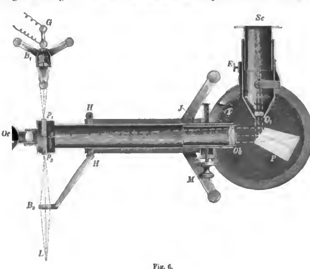


Fig. 6.

Benutzung und den Vergleich der Spektren von zwei rechts und links vom Beobachter aufgestellten Lichtquellen zu ermöglichen. Die in der unteren Hälfte des Gesichtsfeldes zu Stande kommenden Spektren (s_1 und s_2) werden mit Hilfe des Okulars betrachtet. Alles falsche, von den Prismen p_1 und p_2 kommende Licht ist durch eine die obere Hälfte des Gesichtsfeldes bedeckende Platte abgeblendet. Als Einstellungsmarke, welche in Fig. 7 nicht mit eingezeichnet ist, fungirt ein auf Glas eingeritztes Doppelkreuz, welches so orientirt sein muss, dass die beiden Durchschnittspunkte in geradliniger Fortsetzung des Spaltes sich befinden und einzeln ungefähr mit den Mitten der bezüglichen Spektren zusammenfallen.



Fig. 7 (wirkl. Grösse).

Zur genauen Fokussirung des Spaltes dient eine Einrichtung, die ich auch bei dem an früherer Stelle beschriebenen A b b e - F i z e a u'schen Dilatometer (*diese Zeitschrift 1893 S. 376)* zu dem gleichen Zwecke angewandt habe und welche sich überhaupt bei Fernrohren mit Autokollimation empfehlen dürfte. Dieselbe besteht darin, dass man statt der ganzen Spalteinrichtung jetzt das Objektiv in der Richtung der optischen Axe verschiebbar macht. Als Handhabe hierzu dient der Führungsstift *J*. Der grosse Vortheil dieser Anordnung besteht darin, dass man die Einstellung des Beleuchtungsapparates (vgl. unten) zu den beiden Reflexionsprismen p_1 und p_2 nur einmal vorzunehmen braucht, und nun alles in unveränderter Stellung stehen lassen kann. Die axiale Verschiebung des Objektivs vermag daran nichts mehr zu ändern.

Zu Zwecken der B e l e u c h t u n g dienen mehrere N e b e n a p p a r a t e, die nach Art der zu benutzenden Lichtquellen verschieden sind und die grossentheils beim Gebrauch in die vier rechts und links vom Fernrohr an den Träger desselben angeschraubten Halter *H* eingesteckt werden können. Diese sind: ein Paar Planspiegel, nach jeder Richtung hin drehbar, ein Paar gewöhnliche Sammellinsen, Halter für Reagensgläser, Tischchen für Absorptionsgefässe, die beiden letzteren unmittelbar vor den Fensterchen rechts und links angebracht, und endlich ein auf besonderem Stativ montirter Beleuchtungsapparat für G e i s s l e r'sche Röhren mit longitudinaler Durchsicht. Die beiden Linsen (eine davon, B_2, in Fig. 6 rechts vom Okular gezeichnet) und der Beleuchtungsapparat B_1 in Fig. 6 haben den Zweck, die von der leuchtenden Flamme *L* bezw. vom Querschnitt der G e i s s l e r'schen Röhre ausgehenden Strahlen zu sammeln und dieselben k o n v e r g i r e n d nach den Prismen p_1 und p_2 bezw. nach dem Spalt *s* zu senden. Von letzterem geht dann das Strahlenbündel divergirend weiter. Oeffnung und Abstand der Linsensysteme sind so gewählt, dass das Objektiv gerade ausreichend von Strahlen ausgefüllt wird. Man kann sich von dem richtigen Arrangement der Beleuchtung leicht dadurch überzeugen, dass man zunächst mit einem Blatt Papier die Lage der Bilder der Lichtquelle zur Eintrittsöffnung prüft, hierauf das Okular entfernt und das Objektiv direkt anschaut. Man sieht dann sofort, welche Theile des Objektivs von Strahlen getroffen werden, und ob noch ein weiteres Zurechtrücken des Beleuchtungsapparates nothwendig ist oder nicht.

Bei Anwendung von S o n n e n l i c h t, welches mittels der Planspiegel auf die Prismen geworfen wird, empfiehlt es sich, die gewünschte Divergenz der vom

Spalt ausgehenden Strahlen durch *Beugung* zu bewirken, derart, dass man den Spalt so weit verengert, dass das erste Beugungsspektrum eine Länge gleich dem Objektivdurchmesser annimmt. Hier erweist sich das angegebene Verfahren, durch direkten Anblick des Objektivs die Beleuchtung zu kontroliren, als besonders nützlich. Man hat nur dafür zu sorgen, dass von den bei weitem Spalt in grosser Zahl auftretenden hellen und dunkeln Streifen (Höhe ungefähr gleich der beleuchteten Spaltlänge) der mittlere, hellste Streifen auf die Mitte des Objektivs zu liegen kommt. Verengert man dann den Spalt so weit, dass nur der mittlere Streifen übrig bleibt, so kann das Okular wieder eingeschoben werden und die *Fraunhofer*'schen Linien müssen unter den gegebenen Verhältnissen im Maximum ihrer Deutlichkeit zu sehen sein. Die gewünschte Divergenz der Sonnenstrahlen liesse sich statt durch Beugung auch durch einen an Stelle des Planspiegels eingesetzten Hohlspiegel bewirken. Es scheint mir das aber weniger opportun zu sein.

Es ist noch anzugeben, in welcher Weise die von den beiden Flächen des Objektivs herrührenden störenden *Reflexe* für die Beobachtung der Spektren unschädlich gemacht wurden. Am leichtesten und vollkommensten lassen sich solche Reflexe durch Wegfangen der Reflexbilder mittels geeigneter im Orte der Bildentstehung angebrachter Blenden beseitigen. Natürlich geht das nur dann, wenn die Bilder reell sind. Ob sie das sind, und wo sie entstehen, hängt von der speziellen Konstruktion des Objektivs, insbesondere von den Krümmungsverhältnissen der beiden Flächen ab.

Das bei dem vorliegenden Instrument benutzte Objektiv war ein solches mit planer Aussen- und konvexer Innenfläche. Das von der Planfläche erzeugte Spaltbild hat seinen Ort in der Spaltebene selbst und lässt sich durch eine geringe Schrägstellung des Objektivs unmittelbar hinter die Spaltvorrichtung bringen, ist also für die Beobachtung so gut wie gar nicht vorhanden. Statt das ganze Objektiv schräg zu stellen, empfiehlt es sich, nur der äusseren (plankonvexen) Linse des Objektivs eine geringe Neigung zur optischen Axe zu geben. Letzteres kann gleich beim Zusammenkitten der beiden Linsen bewerkstelligt werden. Es findet hierbei eine (äusserst geringe) prismatische Ablenkung der Spektralbilder statt, die aber, da sie in die Richtung der Spektrallinien fällt, das Aussehen der letzteren in keiner Weise beeinflusst.

Das andere hier in Betracht kommende und von der inneren, *konvexen* Fläche des Objektivs erzeugte (virtuelle) Reflexbild des Spaltes liegt unmittelbar *hinter* dem Objektiv, und lässt sich daher ohne Weiteres nicht wegfangen. Die Wirkung dieses zweiten Reflexbildes, welches bei direktem Anblick des Objektivs als ein hell leuchtendes Pünktchen sofort in die Augen fällt, besteht in einer geringen, gleichmässigen Anfhellung des Gesichtsfeldes, gering deshalb, weil die von jenem Bilde ausgehenden Strahlen sehr stark divergiren. Auch diese Störung lässt sich beseitigen, indem man entweder durch eine im Bildraum diesseits des Okulars (im Augenpunkt) angebrachte kleine Blende das Bild wegfängt, oder, was mir einfacher schien, dieses durch ein dem Objektiv in der Mitte applizirtes kleines Lacktüpfelchen bewirkt. Letzteres hat für die Beobachtung der Spektrallinien nicht den geringsten Nachtheil, der kleine Lichtverlust kommt gegenüber der ganzen Objektivöffnung gar nicht in Betracht.

Die Beseitigung der vom Objektiv herrührenden Reflexbilder ist somit bei unserer Anordnung als eine vollkommene zu bezeichnen.



Alles übrige falsche Licht wird durch die bei *Oc* angebrachte Augenmuschel, einen dem Okularstutzen aufgesetzten Schutzschirm und eine über das Prisma und die beiden Objektive (*Ob* und O_1) gestülpte Kappe vom Auge ferngehalten. In die Figuren 5 und 6 sind die beiden letztgenannten Schutzvorrichtungen nicht mit eingezeichnet. —

Die Anwendung des vorstehend beschriebenen Spektroskops ist auf qualitative Untersuchungen beschränkt. Um den Apparat auch für universellere (photometrische u. s. w.) Aufgaben verwendbar zu machen, ist nothwendig, äusserlich eine Trennung des Kollimatorrohres und des Beobachtungsrohres eintreten zu lassen. Es kann das in der Weise geschehen, dass man vor dem Objektiv des unter 90° zum Beobachtungsrohr gestellten Kollimators (beide Rohre feststehend) ein gewöhnliches totalreflektirendes Prisma anbringt, durch welches die vom Kollimator kommenden Strahlen zur optischen Axe des Beobachtungsrohres parallel gemacht werden. Die beiden Rohre müssen natürlich jetzt in ihrer Höhenlage verschieden (Abstand gleich dem Objektivdurchmesser) angeordnet werden. Demzufolge hat auch das Prisma *P* jetzt eine Höhe gleich dem doppelten Objektivdurchmesser und die Ueberführung des Strahles aus der einen Höhenlage in die andere (vgl. nebenstehende Fig. 8) geschieht durch zweimalige Totalreflexion in einem an die Rückfläche des Prismas angekitteten Prisma *R*. Im übrigen bleiben der Methode auch in dieser Form alle oben genannten Vortheile erhalten.

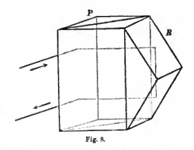


Fig. 8.

Eine Mittheilung von A. E. Tutton über ein nach Art eines Spektrometers mit beweglichem Fernrohr konstruirtes „Präzisionsinstrument zur Erzeugung monochromatischen Lichtes von beliebiger Wellenlänge und seine Anwendung bei der Untersuchung der optischen Eigenschaften von Krystallen" (*Proc. Roy. Soc. 55. S. 111. 1894*) giebt mir Veranlassung, darauf hinzuweisen, dass unser Apparat (und zwar in beiden Formen) sehr wohl und, wie mir scheint, mit viel höherem Nutzen, zu den dort angegebenen Zwecken angewandt werden kann. Es ist hierzu nur erforderlich, die untere, jetzt freie Hälfte des Gesichtsfeldes unseres Spektroskops mit einem Spalt zu bedecken, der dem bereits vorhandenen parallel gerichtet ist. Auch für Okularbeobachtung hat ein solcher zweiter Spalt, sofern man denselben zum Verstellen einrichtet, grossen Werth, denn er setzt den Beobachter in den Stand, bestimmte Theile des Spektrums, unter völliger Abblendung des ganzen übrigen Spektrums, beobachten zu können.

Jena, im Juli 1894.

Ein neuer Spektroskopspalt mit Doppelbewegung.

Von
Prof. **F. L. O. Wadsworth** in Washington, D. C.

Von den verschiedenen bisher vorgeschlagenen Formen für Spektroskopspalte sind zwei in allgemeinen Gebrauch gekommen, die Parallellinealform, welche meist bei deutschen Instrumenten angebracht ist, und der Doppelschlitten, bei welchem die Backen in Führungen gleiten und gleichzeitig durch eine Schraube mit Rechts- und Linksgewinde in entgegengesetztem Sinne bewegt werden. Die erstere Form ist sehr bequem, erfordert indessen sehr sorgfältige Arbeit, um genaue Resultate zu sichern, und versagt überdies, wenn die beweglichen Theile nicht rein gehalten werden. Ausserdem müssen hier die Backen etwas länger als die Spaltbreite sein, und die Platte, worauf sie montirt sind, muss noch grösser sein, um Raum für die Unterbringung der Hebel und anderen Theile zu gewinnen, so dass die ganze Anordnung für breite Spalte etwas ungeschickt wird. Eine andere Schwierigkeit liegt in der Bestimmung der genauen Spaltweite aus der Ablesung der Schraube, mittels welcher die Oeffnung bewirkt wird.

Die zweiterwähnte Form vermeidet diese Schwierigkeiten bis auf die letzte, führt aber andere mit sich. Da die Schraube nothgedrungen an einer Seite der Backen sich befinden muss, so wird in Folge des Reibungswiderstandes an der entgegengesetzt liegenden Führung auf die Backen ein einseitiger Zug ausgeübt, welcher die Spaltbreite an beiden Enden ungleich zu machen strebt, und da die Bewegung der Backen sowohl beim Oeffnen als beim Schliessen eine positive, d. h. lediglich durch die Schraube bewirkte ist, so liegt die Gefahr einer Verletzung der Kanten des Spaltes nahe, wenn man sie zu fest zusammenschraubt. Aus demselben Grunde und wegen des Fehlens einer den todten Gang beider Schrauben beseitigenden Feder ist der Nullpunkt der Schraubenablesung unsicher

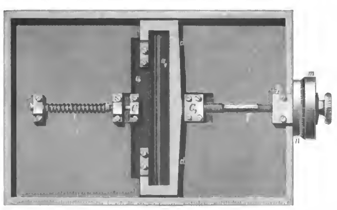


Fig. 1.

und daher die Bestimmung der genauen Weite des Spaltes durch die Schraubenlesung schwierig. Prof. Langley hatte bereits einen sehr breiten Spalt von 5 *cm* für die bolometrische Untersuchung des infrarothen Sonnenspektrums angegeben, welcher nach seinen Angaben von William Grunow ausgeführt wurde und bei welchem die oben erwähnten Schwierigkeiten durch die Genauigkeit und Sorgfalt

der mechanischen Ausführnng anf ein Minimnm rednzirt sind, der aber nichtsdestoweniger nach einigem Gebrauch eine entschiedene Unschärfe und Unparallelität der Kanten aufwies.

Als Prof. Langley sich entschloss, einen noch grösseren Spalt mit Backen von 10 *cm* freier Oeffnung zu beschaffen, adoptirte er anf meinen Vorschlag eine völlig verschiedene Konstruktion, welche ich früher mit Vortheil in einem Doppelmikrometer angewendet hatte. Da dieselbe neu zu sein scheint und verschiedene Vorzüge vor jeder der beiden oben erwähnten Formen hat, möchte eine kurze Beschreibung derselben von Interesse sein.

Fig. 1 zeigt eine Hinteransicht des Schlitzes, bei welcher die Hinterplatte, um den Mechanismus deutlich hervortreten zu lassen, fortgelassen ist; Fig. 2 giebt

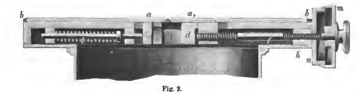


Fig. 2.

einen Schnitt durch die Schraube und Feder. Die beiden Schlittenbacken aa_1 gleiten zwischen den der Spaltplatte anfgeschraubten Führungen bb (Fig. 2), nnd jede Backe trägt einen durch die Spaltplatte reichenden und etwa 1 *cm* über sie hervorragenden Kloben CC_1. An der linken Schlittenbacke a ist ein rahmenartiges Stück d mittels Schrauben befestigt, dessen Seitenarme die Enden der Spaltöffnung umgehen und dessen Mitte dem Kloben C_1 gegenüber steht. Dieser letztere ist mit Gewinde zur Anfnahme der Schraube f versehen; diese hat zwei mit Gewinde versehene Theile, von denen der eine in das Gewinde des Klobens C_1 passt, der andere von genau der halben Ganghöhe des ersteren in der, der Spaltplatte aufgeschraubten Mutter h geht. Wird nun die Schraube beispielsweise nach rechts gedreht, so werden die Backen um einen Betrag e von einander entfernt, welcher der relativen Bewegung des Schraubenendes in Bezug auf den Kloben C_1 entspricht, während das ganze Backensystem durch Vermittlnng der festen Mutter h um eine Strecke $\frac{1}{2}e$ nach rechts gezogen ist. Die Mitte des Spaltes bleibt demnach fest und die Backen öffnen sich von ihr aus. Eine Feder l, welche von links her gegen den Kloben C drückt, besorgt die Rückbewegung und verhindert jeden todten Gang der Schraube. Ein eingetheilter Kopf m giebt bei seiner Bewegung über die getheilte Trommel n die ganze Zahl und Bruchtheile der Umdrehungen und gestattet so die Bestimmnng der Spaltweite auf einen Blick. Ferner sei daranf hingewiesen, dass die Genauigkeit, mit der die Trennung der Spaltkanten erfolgt, lediglich von der Genanigkeit der in C_1 beweglichen Schraube abhängig ist. Das Gewinde in h dient lediglich zur Erhaltung der zentrischen Stellung des Spaltes. Da die Bewegnng lediglich in einer Richtung (nämlich bei der Oeffnung) eine zwangsweise ist, ebenso wie beim einfachen Spalt, so kommt man nicht in Gefahr, durch zu weites Drehen der Schraube die Kanten zusammen zn pressen.

Weiterhin — nnd das ist vielleicht das Wichtigste von Allem bei einem Spalt von dieser Grösse — erfolgt der Angriff der Schraube für beide Backen zentrisch; folglich ist auch keine Ursache für eine Drehung der Backen in ihren Führungen vorhanden. Der neue Spalt wurde von Grnnow, welcher wie ge-

wöhnlich die Arbeit bewundernswerth ausgeführt hatte, hergestellt. Die Länge der Spaltplatte beträgt 190 *mm*, die Breite 130 *mm*, woraus sich die Massigkeit und Grösse der Spalteinrichtung erkennen lässt.

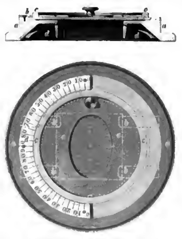
Astrophysikalisches Laboratorium *Smithsonian Institution.*
Washington D. C., März 1894.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Vorrichtung zur axenrichtigen Einsetzung von zylindrischen Gläsern in Brillen u. dergl.

Von Firma **Schulze & Bartels** in Rathenow.

Bisher konnte das Einsetzen von Zylindergläsern in eine Brille nur unvollkommen geschehen, d. h. die vorgeschriebene Neigung der Zylinderaxen gegen die Vertikale wurde durch ein rohes Verfahren praktisch hergestellt. Handliche Instrumente zum genauen Einsetzen der Gläser existirten bis jetzt nicht. Diesem Uebelstande wird durch ein neues Instrument von verhältnissmässig ganz geringen Dimensionen abgeholfen, welches ein absolut sicheres, sehr schnelles Einsetzen der Zylindergläser ermöglicht, indem das Glas mit Hilfe eines Diamanten sofort axenrichtig geschnitten wird. Das Instrument besteht aus einem aussen kreisförmigen, innen quadratisch zugeschnittenen Fuss *a*, dessen quadratischer Ausschnitt zur Aufnahme des Zylinderglases dient. Mit dem Fuss fest verbunden ist ein Gradbogen *b*, welcher von 5 zu 5 Grad eingetheilt ist. Nachdem das Zylinderglas in den viereckigen Ausschnitt eingelegt worden ist, wird es mit einem an den Gradbogen anschliessenden kreisförmigen Deckel *c* aus Messingblech bedeckt, in welchem ein ovaler Ausschnitt von der Form der Brillengläser angebracht ist. Vier Federn *d* drücken, wenn der Deckel heruntergeklappt ist, das Zylinderglas gegen dessen untere Fläche. Durch Drehen des Deckels an dem Knopfe *e* kann eine Marke, welche die grosse Axe des Ovals bezeichnet, auf einen bestimmten Strich des halbkreisförmigen Gradbogens gebracht werden. In der richtigen Lage wird dann mittels eines Schreibdiamanten an der Kontur des Ovals entlang das Glas eingelegt, der Deckel geöffnet, den Konturen des Ovals entlang das Glas zunächst roh abgebröckelt und dann fazettirt. — Der Apparat ist von der Firma Schulze & Bartels, Optische Industrieanstalt in Rathenow, zum Musterschutz angemeldet worden.



Präzisionsmechanik und Feinoptik auf der Kolumbischen Weltausstellung in Chicago 1893.

Von **B. Pensky** und Prof. Dr. **A. Westphal.**

(Fortsetzung.)

III.

Allgemeine Wahrnehmungen und Erfahrungen.

Es sei uns zunächst gestattet, einige allgemeine Bemerkungen über die Art des Ausstellens vorauszuschicken. — Bezüglich der Zweckmässigkeit der Ausstellungsmethoden wird sich eine für alle Industrien giltige Regel nicht aufstellen lassen. Dies gilt zunächst für die Organisation der Ausstellung selbst. Im Allgemeinen wird die auch in Chicago

gewählte Methode des Ausstellens nach Fächern, nicht nach Ländern, für Weltausstellungen den Vorzug haben, dass sie eine vergleichende Würdigung der Leistungen der einzelnen Länder erleichtert; sie hat aber den Nachtheil, dass sie für die Gesammtrepräsentation des einzelnen Landes nicht immer günstig wirkt. Im Prinzip wird gleichwohl die Ausstellung nach Fächern vorzuziehen sein; streng durchführbar ist sie aber keineswegs, da es nur wenige Industrien giebt, die ganz in sich abgeschlossen sind und nicht in das eine oder andere Fach hinüberspielen. Dies gilt ganz besonders für die Präzisionstechnik in ihren vielfachen Beziehungen zur Industrie, Elektrotechnik, zu theoretischen Forschungen der verschiedensten Gebiete u. dgl. Es bleibt daher, wenn nicht zahlreiche Gegenstände in verschiedenen Gruppen ausgestellt werden können, der Willkür immer ein weiter Spielraum, und das lästige Suchen, wo Dies oder Jenes zu finden sein dürfte, wird nie ganz vermieden werden können.

Anders ist es mit der Methode des Ausstellens für den einzelnen Aussteller; hier sind die gemachten Erfahrungen unmittelbar zu verwerthen. Für nur wenige Ausstellungsgegenstände genügt das blosse Sehen. Der fachlich interessirte Besucher, und gerade dieser, will genauer über den ausgestellten Gegenstand orientirt werden, und hierzu bedarf es eines sachkundigen Vertreters. Ganz besonders gilt dies von Gegenständen der Technik, der Maschinenindustrie, der Präzisionstechnik u. s. w. Hier genügt es nicht, lediglich ausgestellt zu haben. Der fachmännische Besucher will die ausgestellten Maschinen, den vorgeführten Apparat erklärt haben, er will sich die theoretischen Vorzüge entwickeln lassen, um in das Verständniss besser einzudringen. Hierzu ist ein sachkundiger Vertreter des Ausstellers, der möglichst beständig zugegen ist, durchaus nothwendig. Man kann es auf jeder Ausstellung beobachten, dass die interessantesten Gegenstände unbeachtet bleiben, weil Niemand da ist, der sie den Besuchern erklären kann. In Chicago war dies der weiten Enfernung und der Reisekosten wegen in hohem Maasse der Fall. Ganze Ausstellungsgruppen, sehr verdienstvolle Ausstellungen einzelner Behörden mit sehr spezialisirtem Wirkungskreise, kamen nicht zur Geltung, weil es an einem genügenden fachlichen Vertreter fehlte. Nun wird gewiss nicht, besonders wenn die Ausstellungen weit entfernt und die Kosten daher gross sind, jeder Aussteller in der Lage sein, einen besonderen fachkundigen Vertreter zu entsenden. Vielfach wird der Aussteller sich damit begnügen müssen, seine Ausstellungsgegenstände einem Agenten zur Vertretung zu übergeben. Für solche Fälle empfiehlt sich die Zusammenfassung gleichartiger Gegenstände zu einer Gruppen- bezw. Sammelausstellung, und bei unserem reich entwickelten Vereinsleben wird dies fast immer möglich sein. Für die deutsche Präzisionstechnik, die in der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik ihre berufene Vertretung hat, hat sich diese Ausstellungsart als die geeignetste erwiesen. Der Vorstand der Gesellschaft hatte nicht nur einen Gruppenvorstand erwählt, der dem Herrn Reichskommissar gegenüber die Sammelausstellung vertrat, er hatte nicht nur die Vorbereitungen für die einzelnen Aussteller in Bezug auf Verpackung, Versendung, Versicherung u. dgl. in die Hand genommen, er hatte auch auf gemeinsame Kosten der einzelnen Aussteller einen technisch, kaufmännisch und persönlich geeigneten Vertreter erwählt, der vor der Versendung der Ausstellungsgegenstände zu jedem Aussteller, der dies wünschte, reiste und persönliche Instruktionen einholte, der den Empfang, die Auspackung und Aufstellung der Instrumente und Apparate besorgte, der während der Ausstellung vom Morgen bis zum Abend auf dem Platze war und den Besuchern technische und kaufmännische Aufklärungen gab und Verkäufe besorgte, und der nach Schluss der Ausstellung wieder das Einpacken, die Verzollung und Versendung übernahm. Der Thätigkeit des Vertreters war, wie bereits im ersten Theile erwähnt, durch Herausgabe eines in einer Auflage von 12000 Exemplaren in englischer Sprache erschienenen Sonderkatalogs vorgearbeitet, welcher alle Ausstellungsgegenstände anführte, theilweise eingehend beschrieb, und die meisten durch gute Holzschnitte erläuterte. Der Erfolg aller dieser Maassregeln zeigte sich gegen Schluss der Ausstellung bereits deutlich und wird sicher noch nachwirken; Besuch, Nach-

frage und Verkäufe mehrten sich sichtlich, besonders nachdem durch Versendung der Sonderkataloge an alle interessirten Institute in Amerika die Aufmerksamkeit der Interessenten auf den reichen Inhalt dieser Gruppe hingelenkt worden war. Es mag an dieser Stelle bemerkt werden, dass uns die amerikanischen Firmen an Inhalt und Ausstattung ihrer Geschäftskataloge, die den wirthschaftlichen Nutzen einer Ausstellung sehr erhöhen können, besonders wenn sie die gesammten Erzeugnisse des einzelnen Ausstellers, nicht nur der ausgestellten Gegenstände enthalten, überlegen waren; hiervon machen im Bereiche der Präzisionstechnik nur wenige deutsche Firmen eine Ausnahme. Die amerikanischen Kataloge sind meistens mustergiltig, sie sind übersichtlich angeordnet, vorzüglich ausgestattet, mit meist ausgezeichneten Holzschnitten illustrirt, und beschränken sich nicht auf die blosse Aufzählung der Erzeugnisse und ihrer Preise, sondern sie enthalten vielfach eingehende allgemeine Erörterungen über das ganze Gebiet; hierdurch wird es den Interessenten ermöglicht, sich, auch wenn sie der Materie etwas ferner stehen, schnell über das Wesentlichste zu orientiren. Dies Verfahren entspringt allerdings einem besonderen Bedürfniss des Landes, in welchem ein Wechsel der Beschäftigungsart weit häufiger ist als bei uns, und wo vielfach mit ungenügender theoretischer und praktischer Vorbereitung an die Ausübung eines Berufes herangegangen wird. Gleichwohl kommen auch bei uns Erläuterungen über Einrichtung und Zweck der Instrumente, verbunden mit einer Kritik abweichender Konstruktionen, unter sachlicher Hervorhebung der Vortheile der eigenen, jedem Käufer, auch dem erfahrenen Fachmann, gelegen. Den amerikanischen Katalogen sind ferner häufig noch brauchbare Tabellen, sowie Hinweise auf die Literatur hinzugefügt, was ihnen fast den Charakter eines Handbuches verschafft, und dies verbürgt eine weit dauerndere Beachtung, als sie ein blosses Preisverzeichniss gemeinhin erfährt. Wirken dadurch einerseits diese Kataloge über lange Zeit hin als wirksame Reklame für die Firma, so legen sie andererseits durch ihren Inhalt Zeugniss davon ab, dass der Herausgeber auch wissenschaftlich sein Fach völlig beherrscht, oder dass ihm mindestens die erforderliche wissenschaftliche Beihilfe zur Verfügung steht.

Geben wir nun zu einer näheren Betrachtung der amerikanischen Präzisionstechnik, ihrer Entwicklung und ihrer Eigenart über, und suchen wir die Summe der Erfahrungen zu ziehen, welche sie uns für unsere heimische wissenschaftliche Technik darbietet. — Da begegnet uns nun zunächst die Erscheinung, dass der amerikanische Sinn für das Grosse und Gewaltige, den der Amerikaner der Natur seines Landes entlehnt hat, sich auch in der Präzisionstechnik geltend gemacht hat; wir meinen die astronomischen Riesen-Refraktoren, die mit dem 36-*Zöller* der Lick Sternwarte in die Erscheinung traten und in dem 40-zölligen *Yerkes-Telescope* ihre zur Zeit gewaltigste Form gefunden haben. Möglich geworden durch die fürstlichen Geschenke reicher Privatleute, die, wohlgemerkt nicht aus Liebe zur Wissenschaft, sondern um ihren Namen zu verewigen, Millionen für diesen Zweck hergaben, haben diese gewaltigen Instrumente ihr Dasein einem glücklichen, und keine Hindernisse kennenden Zusammenwirken der Feintechnik, des Maschinenbaues und der Elektrotechnik zu verdanken. Bei uns hielt man noch vor etwa 15 Jahren die Herstellung solcher Riesenfernrohre zwar nicht für unmöglich, aber doch für wenig zweckentsprechend, und glaubte, mit kleineren, dafür aber subtiler gebauten und behandelten Instrumenten dasselbe, wenn nicht Besseres leisten zu können als mit jenen gewaltigen Refraktoren. Wenn man nun sich auch jetzt noch auf das Entschiedenste gegen eine Auffassung verwahren müsste, welche die Bedeutung, die Tragweite und besonders die Verdienstlichkeit wissenschaftlicher Forschung mit der Grösse der benutzten Instrumente in Verbindung bringen wollte, derart, als ob die Bedeutung eines Astronomen mit der Grösse der von ihm benutzten Teleskope wachse, so haben die Erfahrungen, die im Laufe des letzten Jahrzehntes mit dem 36-*Zöller* der Lick-Sternwarte gemacht wurden, gezeigt, dass gewisse Aufgaben der Himmelsforschung nur von der Verwendung mächtiger Hilfsmittel eine wesentliche Förderung zu erhoffen haben. Die Hilfsmittel der Technik haben sich inzwischen stetig vermehrt, die Bedenken,

die man früher gegen die Herstellbarkeit und Wirksamkeit so grosser Objektive hier und da hegen mochte, sind durch die Erfahrungen auf der Lick-Sternwarte beseitigt, und so wäre es wohl an der Zeit, dass nun auch der deutschen Präzisionstechnik eine grosse Aufgabe in einem, wenn auch nicht „dem grössten Fernrohre der Welt", so doch in einer der Neuzeit entsprechenden Grösse gestellt würde. Die deutsche Präzisionstechnik ist, unter steter und inniger Mitwirkung der grössten deutschen Astronomen, und Dank der Thätigkeit von Männern wie Fraunhofer, Reichenbach, der Repsolds und Anderen den grössten Theil dieses Jahrhunderts hindurch in der Konstruktion astronomischer Instrumente bahnbrechend vorangeschritten, und sie würde diesen Ehrenplatz wohl zu behaupten wissen, wenn ihr nur grosse Aufgaben gestellt würden. Deutschland sah zu Anfang dieses Jahrhunderts unter Fraunhofer die optische Glastechnik zuerst einen grossen Aufschwung nehmen, wir haben neuerdings in den Jenaer Glaswerken ein Institut, welches die Herstellung optischen Glases auf moderne wissenschaftliche Grundlage gestellt hat und in dieser Beziehung einen hohen Rang einnimmt, wir haben Meister ersten Ranges für die konstruktive Durchbildung grosser Instrumente, und unsere Maschinentechnik würde die ihr zufallende Aufgabe der Aufstellung grosser Refraktoren spielend lösen. Bei diesen günstigen Vorbedingungen muss gehofft werden, dass sich auch die pekuniären Mittel für die Herstellung grosser astronomischer Instrumente in Deutschland finden werden, damit unsere Astronomie nicht Gefahr läuft, in zweite Linie zu kommen.

Auf dem Gebiete der grossen astronomischen Hilfsmittel sehen wir also die amerikanische Technik — allerdings auf Grund der in Europa gemachten technischen und wissenschaftlichen Erfahrungen — vorangehen. Auf anderen Gebieten der Feintechnik bemerken wir ferner, wenn auch nicht ein grundsätzliches Vorangehen, so doch eine eigenartige und bemerkenswerthe Entwicklung, besonders bei den geodätischen Instrumenten.

(Fortsetzung folgt)

Referate.

Ueber eine Prismenkombination für Sternspektroskopie.

Von H. F. Newall, *Astronomy and Astro-Physics, Aprilheft 1894. S. 309.*

Die vom Verf. in Vorschlag gebrachte und zu dem angegebenen Zweck mit grossem Vortheile benutzte Prismenkombination (s. Fig.) besteht aus einem dreiseitig geschliffenen, starkbrechenden Prisma ABC, dessen Winkel bei A und B genau gleich sind, und einem gewöhnlichen Reflexionsprisma DEF, welch' letzteres mit jenem derart fest verbunden ist, dass erstens die brechenden Kanten beider Prismen parallel zu einander gerichtet sind, zweitens die Kante C mit der Mitte von DE zusammenfällt und drittens die Fläche AB parallel oder wenigstens angenähert parallel zu DE gelegen ist. Bei dieser Anordnung geht die durch die beiden Kanten C und F gelegte Ebene auch durch die Mitten der beiden Flächen AB und DE, mit anderen Worten das System ist symmetrisch in Bezug auf die Ebene FG.

Der brechende Winkel A des Prismas ABC ist so gewählt, dass ein unter einem bestimmten Winkel die Fläche AB treffender Lichtstrahl mittlerer Brechbarkeit nach seinem Durchgang durch das Prisma ABC senkrecht auf die Hypotenusenfläche des Reflexionsprismas auffällt. Daher wird der Strahl nach zweimaliger Reflexion im Prisma DEF das Prisma ABC zum zweiten Male durchlaufen und, vorausgesetzt, dass die Winkel A und B genau gleich, die Fläche AB unter demselben Winkel verlassen, unter welchem er vor seinem Eintritt in die Prismenkombination auf AB aufgefallen war. Wie

man nun sofort sieht, fällt der auf diese Weise durch das Prisma gegangene Strahl seiner Richtung nach, und, wenn der auffallende Strahl die Fläche AB in G trifft, auch seiner Lage nach, genau mit dem an der Fläche AB direkt reflektirten Strahl zusammen. Dieses Zusammenfallen der beiden Strahlen findet natürlich nur für einen Strahl bestimmter Brechbarkeit statt und richtet sich im Uebrigen nur noch nach der Grösse des Einfallswinkels, unter welchem die Fläche AB getroffen wird. Aendert man daher, wie es der Verf. thut, durch Drehen der Prismenkombination um die Axe G (in der Figur hat man sich den gezeichneten Hauptschnitt in der Ebene der Zeichnung drehbar um den Punkt G zu denken) den Einfallswinkel, so tritt für die beiden Strahlen sofort eine relative Richtungsänderung ein, sofern der direkt reflektirte Strahl in Folge der Drehung stärker in seiner Richtung abgelenkt wird als der durch die Prismenkombination gegangene. Man ist also im Stande, den reflektirten Strahl nach und nach mit jedem Strahl von anderer Brechbarkeit zusammenfallen zu lassen. Zugleich ist ersichtlich, dass das Prismensystem jedesmal für denjenigen Strahl, für welchen das Zusammenfallen stattfindet, im Minimum der Ablenkung sich befindet. Geschieht die Beobachtung mit Hilfe eines Fernrohrs (Beleuchtung durch einen Kollimator und Spalt), so erhält man ausser dem eigentlichen Spektrum noch ein spektralunzerlegtes Spaltbild, vom Verf. *„pointer“* genannt, also eine Einstellungsmarke, die durch Drehen nacheinander mit jeder einzelnen Spektrallinie zur Deckung gebracht werden kann und die, weil in fester Verbindung mit der Prismenkombination stehend, als unabhängig von der Art der Befestigung des Fernrohrs angesehen werden kann. In der That dient letzteres nur als Beobachtungsrohr und besitzt weder Fadenkreuz noch Okularmikrometer u. dergl. Die Ablesung der bewirkten Einstellung des Reflexbildes auf die betreffende Spektrallinie, also die eigentliche Messung geschieht an einer die Drehung der Prismenkombination vermittelnden Feinbewegungsschraube mit Mikrometervorrichtung. Das Beobachtungsrohr ist, um die verschiedenen Theile des Spektrums (die Dispersion ist gleich der eines Zwei-Prismen-Spektroskops vom gleichen Glase wie ABC und den brechenden Winkeln A und B) bequem beobachten zu können, ebenfalls um die Axe G drehbar gemacht.

Es ist klar, dass die Flächen der beiden Prismen gut plan polirt sein müssen, was aber in vollkommen ausreichender Weise praktisch leicht erreicht werden kann. Im anderen Falle treten parallaktische Verschiebungen von Spaltbild und Spektrallinie ein.

In der Anwendung des Spektroskops auf die Beobachtung von Sternspektren (der Spalt des Kollimators wird mit dem Sternbild zur Deckung gebracht) hebt der Verfasser noch den Umstand als besonders vortheilhaft für die Beobachtung hervor, dass die Helligkeit der Einstellungsmarke zu der Helligkeit des Spektrums sowohl bei hellen als auch bei schwachen Sternen jedesmal in angemessenem Verhältnisse zu einander stehe.

Ferner kann man sich durch Erweiterung der Spaltöffnung, ohne im Uebrigen etwas an der Anordnung zu ändern, überzeugen, welches Sternbild zu dem beobachteten Spektrum gehört. Ist dann das Sternbild identifizirt, und zwischen die Schneiden des Spaltes gebracht, so hat man letzteren nur in angemessener Weise zu verengern und das Sternbild erscheint dann als schmale Linie zusammen mit dem zugehörigen Spektrum.

Für die Beobachtung ist es vortheilhaft, die Einstellungsmarke etwas ober- oder unterhalb des Spektrums zu legen, was leicht bei der Justirung des Reflexionsprismas berücksichtigt werden kann. *C. P.*

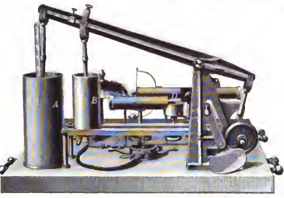
Apparat zur raschen Bestimmung von brennbaren Gasen.

Von G. G. Pond. *Ber. d. d. chem. Ges.* **27.** *S. 692. (1894).*

Der schnell und sicher arbeitende Apparat ist konstruirt für die Analyse von Grubengasen. Das Prinzip seiner Wirkung ist folgendes: Zunächst wird durch Vorversuche ermittelt, bei welchem Mischungsverhältniss ein Gemenge von reiner Luft mit einem bestimmten brennbaren Gase, etwa Leuchtgas oder Methan, gerade noch explodirt. Wenn man dann an Stelle der Luft das zu prüfende Grubengas einführt, so wird eine kleinere Menge des brennbaren Gases hinreichen, um das Gemenge eben noch zur Explosion zu

bringen. Die Differenz zwischen den in beiden Fällen zur Explosion nothwendigen Mengen an Leuchtgas giebt Aufschluss über den Gehalt der untersuchten Luft an Kohlenwasserstoff.

Durch Drehung der in der Figur sichtbaren Handkurhel wird ein starker ungleicharmiger Hebel um seinen Stützpunkt bewegt. An dem längeren Arm desselben sind zwei Pumpenstangen befestigt, die eine am Ende des Armes, unverrückbar, den Kolben der Pumpe *A* hebend und senkend, und deshalb bei jeder Umdrehung das gleiche Quantum Luft (800 *ccm*) fördernd; die andere Stange ist sammt der dazugehörigen Pumpe *B* längs des Hebelarms verschiebbar, und es ist durch die damit gegebene Aenderung der Hubhöhe das Volum des gepumpten Gases (Leuchtgas) veränderlich gemacht. Die Skale des Hebelarms giebt den Prozentgehalt des durch beide Pumpen geförderten Gemisches an Leuchtgas direkt an. Beim Drehen der Kurhel gelangen die Gase zunächst durch ein automatisches Ventil *a* und eine Mischvorrichtung *b* in den Explosionszylinder *D*. Dieser letztere ist nur lose durch eine Messinghülse mit einem metallenen Knopfe verschlossen, welcher bei der Explosion gegen eine Glocke geschleudert wird. Ist die Mischung der Gase so, dass eine Explosion nicht mehr eintritt, so bleibt das Glockenzeichen aus. Die mit dem Apparat erhaltenen Analysenzahlen stimmen auf 0,1 % überein. Der Apparat kann auch mit Vortheil zur Herstellung bestimmter Gasgemische verwendet werden. *Fm.*



Universal-Legebrett.

Von Firma **Buff & Berger** in Boston.
(Nach einem Sonderabdruck.)

Das ursprünglich von C. **Reichel** angegebene Legebrett zur Untersuchung von Libellen hat im Laufe der Zeit mehrfache Veränderungen und Verbesserungen erfahren. Neuerdings hat die rührige und auf dem Gebiete geodätischer Instrumente in Amerika sehr bekannte Firma **Buff & Berger** in Boston, — die Inhaber sind deutsche Mechaniker, — dem Legebrette eine äusserst praktische Form gegeben, die dem Apparate eine weite Verbreitung sichert. Im Prinzipe sind die hauptsächlichsten Einrichtungen des Legebretts unverändert geblieben. Die Neuerungen bestehen in Einrichtungen zur Aufnahme ganzer Instrumente, Theodoliten von verschiedener Grösse, auch solcher mit Vier-Fussschrauben, gabelförmigen Stützen zur Aufnahme von Nivellirfernröhren mit fester Libelle u. dgl. m. Es ist nicht zu leugnen, dass diese Einrichtungen die Untersuchung von Libellen wesentlich bequemer machen und daher für den Geodäten, sowie für Observatorien eine willkommene Erleichterung schaffen. *W.*

Apparat zur Braunsteinbestimmung nach der Bunsenschen Methode.

Von Dr. C. **Ullmann**. *Chem. Ztg. 18. S. 487. (1894).*

Die von dem Entwickelungskölbchen kommende Gasleitungsröhre taucht mit ihrem rechtwinklig aufgebogenen Ende in ein Becherglas, welches die Jodkaliumlösung enthält. Ueber der Oeffnung der Röhre steht das Auffangegefäss, welches etwa einem **Liebig**'schen

Kühler mit pipettenartig erweiterter Kühlröhre gleicht. Man saugt die Jodkalinmlösung aus dem Becherglase darin empor, bis über einen Hahn, den man dann zuschliesst. Nach beendigter Chlorentwicklnng entleert man das Aufsammelgefäss durch Oeffnen des Hahnes, senkt das Becherglas, his das Flüssigkeitsnivean unter der Oeffnung der Gasleitungsröhre sich befindet, und titrirt dann den Inhalt des Becherglases.

Es sell mit diesem Apparat besonders das Zurücksteigen nach beendigter Entwicklung vermieden werden. *Fm.*

Vergleiche von Quecksilberbarometern mit Siedethermometern.

Von H. Hartl. *Sonderabdr. a. Mitth. k. k. milit.-geogr. Instituts.* **12.** *Wien. 1893. 75 S. 1 Taf.*

Verfasser hat in ehiger Schrift seine 17jährigen Erfahrungen auf diesem Gebiete niedergelegt. Auf die ausführlichen Mittheilungen über Korrektionsänderungen der Barometer und Thermometer hraucht hier nm so weniger eingegangen zu werden, als die benutzten Thermemeter durchweg aus gewöhnlichem, nicht aus Jenaer Glase waren nnd die hier anftretenden Nachwirkungserscheinungen hinreichend bekannt sein dürften. In Betreff mancher interessanter Einzelheiten der sehr sorgfältigen Vergleiche muss auf das Original verwiesen werden.

Hervergehohen zu werden verdienen die Vorsichtsmaassregeln, welche hei der Benntznng des Siedethermometers getroffeu wnrden. Die Beohachtungen wurden nnr ausnahmsweise im Freien vorgenommen, meist im Zelt, in Schntzhütten u. dergl. Als wichtig erwies es sich, das Kochen häufig zu nnterhrechen (ungefähr eine Minnte), da das Quecksilber senst leicht in der Kapillare haftet und deshalh bei fallendem Luftdruck zu hehe Lesnngen gieht. Die Ahlesnngen wurden nach den Tafeln ven Brech in Barometerstände nmgerechnet, und Verfasser hat zu dem Zwecke eine Tabelle aufgestellt und seiner Schrift beigefügt, welche von 88°,5 bis 100°,5 von 0°,01 zn 0°,01 die Spannkraft des Wasserdampfes bis auf drei Dezimalen gieht. Diese Tahelle dürfte jedech zur Benutzung nicht zu empfehlen sein, da nach Wiebe (*diese Zeitschr.* **13.** *S. 329. 1893*) die Regnault-Brech'schen Werthe zn niedrig sind.

Verfasser gelangt zn dem Schlusse, dass das Siedethermometer überall da, we es sich nicht nur um Bestimmungen kleiner Höhennnterschiede handelt, dem Aneroidharometer vorznziehen nnd dem Reise-Heberharometer gleichwerthig ist. *Sg.*

Ueber die Anwendung des Thermometers zu Höhenmessungen.

Von E. Bosshard. *Sonderabdr. a. Jahrb. d. Schweiz. Alpenclubs.* **28.** *8 S. 1 Tab.* (*1893*).

Dieser Aufsatz zeigt gewissermaassen in Ergänzung der verher besprochenen Arbeit von Hartl, wie man nnter Berücksichtigung der neueren Fertschritte der Thermometrie schon mit wenig Mühe recht gute Resultate mit dem Hypsothermometer erhalten kann. Der Apparat, ven J. F. Meyer in Zürich hergestellt, hat zusammengelegt eine Höhe ven 25,5 *cm* und wiegt nur 350 *g*, bictet alse für Touristen — und für diese ist die Arbeit in erster Linie geschrieben — keine wesentliche Beschwerung des Gepäcks. Das Thermemeter, aus Jenaer Glas gefertigt und von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt geprüft, ist in Zehntel-Grade getheilt und gestattet daher Luftdruckmessnngen his anf 0,5 *mm*.

Verfasser theilt einige Beohachtungen hei verschiedenen Witterungsverhältnissen mit, nach denen für Höhendifferenzen his zu 2000 *m* die Ahweichung der hypsethermometrischen Bestimmnng gegenüber den Angaheu der Karte durchschnittlich 16 *m* hetragen. *Sg.*

Neu erschienene Bücher.

Repetitorium der Chemie. Von Carl Arnold. 6. Aufl. Hamburg und Leipzig. Leopold Voss. 1894.

Wenn das vorliegende Buch auch in erster Linie zum Gebrauche für Mediziner und Pharmazeuten ursprünglich bestimmt ist und namentlich ersteren zur Vorbereitung auf die naturwissenschaftliche Prüfung dienen soll, so ist es wegen seiner Uebersichtlichkeit und Vollständigkeit auch dem Techniker warm zu empfehlen als Nachschlagebuch. Der Techniker, welcher in seinem täglichen Berufe der Chemie meistens ferner steht, stösst dennoch häufig auf Aufgaben, bei welche er dieser Wissenschaft nicht ganz entrathen kann. Man denke nur an die verschiedenartigsten Rezepte, welche ihm fast täglich angeboten werden zum Löthen, zum Bearbeiten der Metalloberflächen u. dergl. mehr. Da ist es von Werth, sich in möglichst müheloser Art über die verschiedenen, darin vorkommenden chemischen Bezeichnungen unterrichten zu können. Abgesehen davon bietet aber das Arnold'sche Repetitorium auch eine Uebersicht über die allgemeinen Grundsätze der Chemie, unter welchen die Bestimmung des Molekulargewichtes und des Atomgewichtes, der chemische Werth der Elemente, die Lehre der Atomvertheilung, Thermochemie, Dissoziation, Nomenklatur der Verbindungen und Klassifikation der Elemente hervorgehoben seien.

H. K.

S. P. Thompson, Der Elektromagnet. Deutsche Uebersetzung von C. Grawinkel. Halle. Fünftes und letztes Heft M. 3,—. (Das Werk ist jetzt in 5 Heften vollständig.)

Vereins- und Personennachrichten.

Der V. Deutsche Mechanikertag zu Leipzig am 21. und 22. September.

Nach Begrüssung der zum V. Deutschen Mechanikertage zahlreich erschienenen Fachgenossen durch einen Vertreter des Rathes der Stadt Leipzig, wurde die Tagung in Gegenwart je eines Vertreters der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt und der Normal-Aichungs-Kommission, sowie in Anwesenheit hervorragender Leipziger Gelehrten, durch den Vorsitzenden Herrn Dr. Krüss-Hamburg eröffnet, welcher, dem Empfinden aller Anwesenden entsprechend, die Verhandlungen des Mechanikertages mit einem warm empfundenen Nachrufe auf den verstorbenen grossen Physiker Excellenz von Helmholtz begann. (Vgl. *d. Heft S. 341.*) Hierauf liess der Vorsitzende den Jahresbericht folgen. (Vgl. *Vereinsblatt 1894 S. 129.*)

An Stelle des leider erkrankten Herrn H. Haensch gab Herr A. Hirschmann den Schlussbericht über die geschäftliche Thätigkeit der Kommission für die Weltausstellung in Chicago. Es wurde beschlossen, die Rechnungen durch eine Kommission prüfen zu lassen.

Dem Vorschlage des Vorstandes, die unleugbaren Erfolge der deutschen Feinmechanik durch Entsendung eines Fachvertreters nach Chicago weiter zu verfolgen, welcher im Anschlusse an die Thätigkeit des Kaiserlichen Konsulats aufklärend wirken sollte, trat die Versammlung nicht bei, sondern sprach sich dafür aus, dies jedem einzelnen Interessenten zu überlassen.

Ueber die Berliner Gewerbe-Ausstellung für 1896 gab Herr Kommerzienrath Dörffel an der Hand eines Lageplanes erschöpfenden Bericht. Die Ausstellung der Feinmechanik wird in einem feuersicheren Gebäude stattfinden, in welchem auch für Laboratorien und für einen Hörsaal zum Vorführen neuer Instrumente gesorgt ist.

Interessant waren die durch Vorführung von Modellen erläuterten Mittheilungen des Herrn F. S. Archenhold über die von ihm geplanten grossen Fernrohre von 45 bezw. 50 *Zoll* Objektivdurchmesser. Die Montirung ist derartig gedacht, dass sich das Fernrohr um das Okular dreht, so dass dann die Stellung des Beobachters in allen Fernrohrlagen

nahezu unverändert bleibt. Ein Kuppelbau soll durch ein das Fernrohr umgebendes zweites Rohr vermieden werden. Erfreulich waren die Mittheilungen über den bereits fertig gestellten Guss der Glasscheiben, aus welchen hervorging, dass das Glastechnische Laboratorium von Schott & Gen. zur Zeit unbestritten an erster Stelle steht und an Leistungsfähigkeit die französischen und englischen Anfertiger optischen Glases überholt hat.

Herr Pensky bespricht in interessanter Weise die in Nordamerika in der Feintechnik benutzten Arbeitsmethoden und Werkzeugmaschinen. An der Hand von Zeichnungen erläutert Redner die Formgebung der Instrumente, die Bearbeitung gehärteter Stücke, die Einrichtung einer Zahnräderschneidemaschine nach neuen Grundsätzen und einer Erzeugungsmaschine für die Profile von Zahnradfräsen.

Betreffs des Sonntagsunterrichts in Fachschulen theilt Herr Friedrich mit, dass für Berlin vorläufig eine befriedigende Lösung erzielt sei. Der Vorsitzende giebt im Anschluss hieran Mittheilungen über den Stand der Frage in Hamburg und Lübeck und spricht die Hoffnung aus, dass diese wichtige Frage mit der Zeit überall sich befriedigend lösen werde.

Ueber die Ausbildung der Lehrlinge in Nordamerika verbreitet sich Herr Pensky in längerer interessanter Rede und im Anschluss an Schilderungen über die Einrichtung des technischen Unterrichtswesens.

Herr W. Handke spricht über die einheitliche Ausbildung der Lehrlinge und tritt warm für seinen bereits früher gemachten Vorschlag der Errichtung einer Lehrwerkstatt ein. An der Diskussion hierüber betheiligen sich die Herren Pensky und Friedrich.

Herr Reinecker führte seine Messmaschine für Werkstattsgebrauch vor, welche eine Empfindlichkeit von 0,1 μ hat. Die Maschine und die damit angestellten Versuchsmessungen erregten das grosse Interesse der Versammlung.

Der schriftliche Bericht des am Erscheinen verhinderten Herrn R. Fuess über das Karborund gipfelte in dem Schlusse, dass das neue Material in seiner Wirkung zwischen Schmirgel und Diamant steht.

Betreffs des weiteren Vorgehens in der Schraubenfrage — Einführung von Vorschriften für Bewegungs- und Messschrauben — verlas Herr von Liechtenstein ein Schreiben der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, in welcher dieselbe ihren Standpunkt zur Frage klarstellt und sich bereit erklärt, die ihr von der Schraubenkommission zugehenden Vorschläge zu prüfen. Die Versammlung beschliesst, die Schrauben- sowie die Rohrkommission zu ersuchen, sobald als möglich Vorschläge auszuarbeiten.

Die übrigen Gegenstände der Tagesordnung betrafen rein geschäftliche Vereinsangelegenheiten.

Wir begnügen uns mit vorstehenden kurzen Mittheilungen und verweisen den Leser auf das ausführlichere Protokoll, das im *Vereinsblatte* erscheinen wird.

Der fünfte Deutsche Mechanikertag zeigte in noch höherem Grade als sein Vorgänger in München, dass der Gedanke gemeinsamer Thätigkeit unter den deutschen Mechanikern und Optikern mehr und mehr Wurzel fasst, und dass die Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik, dank der rastlosen und umsichtigen Thätigkeit ihres Vorsitzenden Dr. Krüss einer gedeihlichen Entwicklung entgegen geht.

Die Fachgenossen in Leipzig hatten durch ihre wohl überlegten Vorbereitungen, durch ihre überaus liebenswürdige Aufnahme zum Gelingen des fünften Deutschen Mechanikertages wesentlich beigetragen.

Elektrotechnische Lehr- und Untersuchungsanstalt in Frankfurt a. M. (Jahresbericht für das Jahr 1892/93.) — Die Anstalt wurde, wie bisher, von Herrn Dr. J. Epstein geleitet, dem Herr Marxen als Assistent zur Seite stand.

a) Lehranstalt. Der Unterricht in den einzelnen Fächern wurde in folgender Weise ertheilt: Allgemeine Elektrotechnik: Herr Dr. J. Epstein, Leiter der Elektrotechnischen Lehr- und Untersuchungsanstalt. Dynamokunde: Derselbe. Beleuchtungs

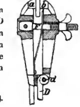
technik: Herr Dr. Oscar May, berathender Ingenieur für elektrische Licht- und Kraftanlagen. Elemente und Akkumulatoren: Herr H. Massenbach, Ingenieur der Frankfurter Akkumulatorenwerke Pollak & Co. Instrumentenkunde: Herr Ingenieur E. Hartmann in Firma Hartmann & Braun. Motorenkunde: Herr G. Bender, Ingenieur des städtischen Tiefbauamtes. Telegraphie und Telephonie: Herr Oberpostdirektionssekretär Schmidt. Physik: Herr Marxen, Assistent an der Elektrotechnischen Lehr- und Untersuchungsanstalt. Mathematik: Derselbe. Zeichnen: Herr Saalborn, Lehrer an der städtischen gewerblichen Fortbildungsschule. Die praktischen Uebungen wurden von Herrn Dr. J. Epstein in Gemeinschaft mit Herrn Marxen abgehalten. In dem abgelaufenen Jahre gehörten im Wintersemester 11, im Sommersemester 9 Herren als Schüler der Anstalt an. Ausserdem nahmen 7 Herren als Hospitanten an einzelnen Unterrichtsfächern Theil und 1 Herr arbeitete als Praktikant im Laboratorium. Den wie üblich im Frühjahr von Herrn Dr. W. A. Nippoldt abgehaltenen Blitzableiterkursus besuchten 16 Herren. Einen wichtigen Bestandtheil des Unterrichtes bildeten zahlreiche Exkursionen in Anlagen und Betriebe, die auch in dem abgelaufenen Jahre durch das Entgegenkommen der Betheiligten ermöglicht waren. Die Anstalt erhielt von ihr nahestehenden Gönnern zahlreiche Schenkungen zur Bereicherung ihrer Lehrmittel. Die Schülerzahl ist im abgelaufenen Jahre geringer gewesen, als in früheren Jahren. Es dürfte dies einerseits mit der allgemeinen gedrückten Geschäftslage zusammenhängen, deren Rückwirkung auch die Kreise der Schüler, die zum Schulbesuch grossentheils auf eigene Ersparnisse, anderntheils auf Unterstützung von Eltern oder Verwandten angewiesen sind, berührte; vor Allem aber dürfte die Verringerung der Schülerzahl in der im abgelaufenen Jahr erfolgten Gründung gleicher und ähnlicher Anstalten an anderen Orten begründet sein. Ungeachtet der verringerten Schülerzahl und der bedeutenden Ausgaben hat unsere Anstalt daran festgehalten, nur solche Schüler aufzunehmen, deren Vorbildung vor allen Dingen in Bezug auf Praxis eine Gewähr für den erfolgreichen Besuch zu bieten schien, und hat selbst denen den angemeldeten Besuch zu verschieben empfohlen, die zur Zeit zwar dem Wortlaut der Aufnahmebedingungen genügten, für die aber ein späterer Schulbesuch mehr Erfolg versprach als zur Zeit. So hat die Anstalt vor Allem darauf hingewirkt, dass dem Eintritt eine gründliche, spezifisch elekrotechnische Praxis voranging, dass die Aufzunehmenden vorher eine eingehende Repetition der verlangten mathematischen Vorkenntnisse (einfache Gleichungen, Proportionen, Kongruenz-, Aehnlichkeitssätze, Pythagoräischer Lehrsatz) vornahmen und wenn möglich auch Physik und technisches Zeichnen an einer gewerblichen Fortbildungsschule betrieben. Diese Bestrebungen der Anstalt sichern ihr ein der Zahl nach beschränktes, aber leistungsfähiges Schülermaterial, für das nach Besuch der Anstalt reichlich Nachfrage in der Industrie vorhanden ist, und so blickt die Anstalt, unbeirrt durch die geringe Zahl ihrer Schüler, mit Befriedigung auch auf das abgelaufene Jahr zurück.

b. Untersuchungsanstalt. Das Instrumentarium der Untersuchungsanstalt erfuhr eine wichtige Bereicherung durch Beschaffung einer der neuen seitens der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt beglaubigten Hefnerlampen (von Siemens & Halske bezogen). Die Durchführung der bei der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt üblichen Methoden wurde ferner durch Beschaffung eines Normalwiderstandes von 0,001 *Ohm* (von Hartmann & Braun) und eines Normalelementes (von Fuess), beide durch die Reichsanstalt geprüft, gefördert. Ein Kompensationsapparat wurde in Bestellung gegeben. Als Zwischeninstrumente wurden ein Voltmeter und ein Milliampèremeter von der *Weston Electric Instrument Co.* angeschafft und ferner eine Sekundenuhr für Zähleraichungen. Die älteren Normale der Anstalt wurden der Reichsanstalt zur Kontrole übergeben. Die seitens der Elektrotechnischen Untersuchungsanstalt ausgeführten Untersuchungen bezogen sich auf Abnahmeversuche in Anlagen, Bremsung von Motoren, Prüfung von

Installation und Dynamomaschinen, Akkumulatoren, Instrumenten, Prüfung von Draht und Leitungsmaterialien, Aichung und Kontrole von Messinstrumenten, Photometrirung von Glühlampen, Begutachtung eines Elektromoters. An den in der Anstalt abgehaltenen Besprechungen über Fortschritte in der Elektrotechnik betheiligten sich neun Fachgenossen.

Patentschau.

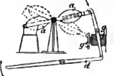
Feilkloben mit Spannhebel. Von F. G. Bates in Philadelphia, V. St. A. Vom 17. November 1891. No. 69401. Kl. 49.



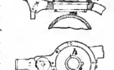
Der eine Schenkel des Feilklebens ist mit seinem unteren Ende am unteren Ende des anderen Schenkels mittels eines mit einem Spannhebel *D* verbundenen Bolzens *d* geführt. Ein Schraubenbolzen *F* mit Mutter zum Oeffnen und Schliessen der Backen *ab* führt durch eine unterhalb der Backen befindliche Oeffnung derart, dass, wenn durch Drehen des Spannhebels *D* die unteren Enden der beiden Schenkel von einander hinwegbewegt werden, ein kräftigeres Schliessen der Backen *a* und *b* herbeigeführt wird.

Stromschlussvorrichtung für mehrere Stromkreise mit allmäliger Ein- und Ausschaltung. Von M. Hartung in Berlin. Vom 18. Mai 1892. No. 69270. Kl. 21.

Diese Vorrichtung ermöglicht, mehrere Stromkreise der Reihe nach zu schliessen und selbthätig wieder zu unterbrechen. Der eine fliessende oder rollende, leitende Masse (Quecksilber) enthaltende und wippend gelagerte Behälter *a* wird durch den Hebel *d* umgelegt und in dieser Lage vermittels des Elektromagnetankers *g'* gesperrt. Die Masse gelangt nun durch die verengte Durchtrittsöffnung zwischen den beiden Abtheilungen des Behälters und schliesst allmälig die an eine Reihe von Stromschlussstiften anschliessenden Stromkreise. Zuletzt wird ein den Elektromagneten *g* enthaltender Stromkreis geschlossen und mithin die Sperrung gelöst, worauf der Behälter *a* unter dem Einfluss einer Belastung in seine erste Lage zurückkehrt. Die Stromkreise werden nun nach einander unterbrechen.

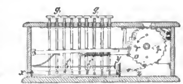


Phonograph mit gemeinschaftlicher Membran für das Schreib- und Sprechwerkzeug. Von Edison United Phonograph Company in New-York. Vom 9. September 1891. No. 69489. Kl. 42.



Die Schreibspitze wird dadurch in Arbeitsbeziehung zur Phonogrammzylinderoberfläche gebracht, dass das Sprachrohr mit einer Nut so weit über die mit dem Diaphragmaringe verbundene Hülse *h* geschoben wird, bis es sich auf die Zwischendecke *l* der Kappe *k* aufsetzt, und hierauf gedreht wird, bis ein Ansatz am untersten Ende des Sprachrohres über die Oeffnung *y* kommt. Durch das Abnehmen des Sprachrohres wird das Schreibwerkzeug wieder ausser Beziehung zur Phonogrammzylinderfläche gebracht.

Additionsmaschine. Von H. Proskauer in Berlin. Vom 10. Mai 1892. No. 69251. Kl. 42. Zus. z. Pat. No. 65597.

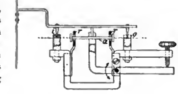


Unterhalb der Tasten *g* sind Wellen *x* mit horizontalen Stiften *f* angeordnet, auf welche beim Anschlagen der Tasten die Stiele derselben aufstossen. In Folge dessen wird die Welle *x* etwas gedreht, so dass der Stift *y* die Klinke *z* zum Zweck, das Zählrad *o* zu arretiren, in die in der Figur punktirt gezeichnete Lage bringt. Durch das Anheben eines Hebels *u* vermittels eines der vier Stifte *r* eines Sperrrades wird eine Arretirverrichtung zu dem Zweck ausgelöst, bei der Uebertragung der Zehner der Ziffernscheibe die nöthige Drehung zu gestatten.

Zusammenlegbare Baummesskluppe. Von Baehr in Kaldnneck, Westpreussen. Vom 19. Juli 1892. No. 69570. Kl. 42.

Diese zusammenlegbare Baummesskluppe besteht aus in einander verschiebbaren Röhren, an denen die Messbacken umlegbar mittels Schnappfedern befestigt sind. Behufs Benutzung der Kluppe als Höhenmesser und Nivellirvorrichtung ist daran ausser einer Visirvorrichtung (Stifte) ein verstellbarer Aufhänger angeordnet, mit Hilfe dessen die Kluppe so aufgehängt werden kann, dass eine der Visirlinien waagerecht liegt.

Spitzenlagerung für Zeigerinstrumente. Von Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin. Vom 27. August 1892. No. 69315. Kl. 42.



Bei Spitzenlagerungen für Zeigerinstrumente, bei welchen Hohlkörner *i* und Schneidenlager *o* als Pfannen dienen, ist in der Verbindungslinie der beiden Spitzen ein Stab *a* angeordnet, der von zwei festen Ringen *r* dergestalt umgeben wird, dass einerseits ein Herausfallen des auf den Spitzen gelagerten Theiles verhindert ist, und andererseits bei jeder Zeigerstellung die Arretirung dieses Theiles erfolgen kann.

Sektorenverschluss für Moment- und Zeitbelichtung. Von Prigge & Schlegel in Sonnenberg i. Thür. Vom 18. Mai 1892. No. 69227. Kl. 57.

Der die Verschlussblätter *P* bewegende, in einer Nut der Deckplatte drehbare Ring *R* steht durch den Stift *i*, die Schiene *G* und den Winkelhebel *W* in Verbindung mit der im Kolben *K* eingelenkten Stange *L* und wird in Folge dieser Zwischenstücke hin und her gedreht, wenn der Kolben *K*, durch Luftdruck getrieben, einen einzigen Hub macht. Der von Hand zu drehende Winkel *A* hält im Falle der Zeitbelichtung den Hebel *W* in dem Moment auf, wo der Ring *R* eine solche Lage hat, dass das Objektiv geöffnet ist. Die in Fig. 2 dargestellte Abänderung bezweckt die Verwendung der gewöhnlichen Druckbirne, welche bei der ersteren Konstruktion durch einen Doppelzylinder mit von Hand zu bethätigendem Kolben ersetzt wird. Zu dem Ende hat der Winkel *W* zwei Anschläge *a* und *b*. Die Kolbenstange *L* stösst gegen Anschlag *a* und nimmt den Winkel *W* bis zum völligen Schluss des Objektivs mit, worauf der Anschlag *b* die Stange *L* von *a* abgleiten lässt, so dass der Winkel *W* durch Feder *f* zurückgedreht wird. Für Zeitbelichtung dient der Sperrhebel *h*, der durch den Exzenter *e* so gestellt werden kann, dass er das Zurückgehen des Winkels *W* verhindert, bis bei einem zweiten Kolbenhube die Stange *L* gegen den, mit dem Sperrhebel drehbar verbundenen Arm *p* stösst, wodurch der Sperrhebel gedreht wird und den Winkel *W* freigiebt.

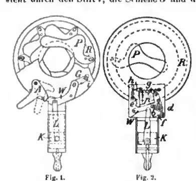
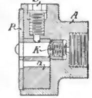


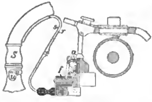
Fig. 1. Fig. 2.

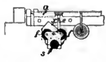
Bohrfutter mit exzentrisch zum Hauptkörper gelagerter, drehbarer Kammerwalze zur Aufnahme verschieden dicker Bohrer. Von Bruno Wesselmann in Hamburg. Vom 1. November 1892. No. 69180. Kl. 49.



Das Futter für Bohrer oder dergleichen ist dadurch gekennzeichnet, dass in einem Hauptkörper *A* mit oder ohne Deckelplatte *P* exzentrisch zur Hauptaxe eine mit axialen Bohrungen verschiedenen Durchmessers versehene Walze *a* derart eingesetzt ist, dass durch Drehung dieser Walze mittels Vierkantschlüssels die Axen besagter Bohrungen der Reihe nach in die Drehaxe des Hauptkörpers fallen. Hierbei wird jedesmal eine leichte Arretirung der Walze *a* durch einen an ihrer Hinterseite und in die Axe des Hauptkörpers angeordneten, durch eine Feder beeinflussten, an der Vorderseite schwach konischen oder gewölbten Hohlkörper *K* bewirkt. Die Feststellung der Walze und des Bohrers geschieht durch eine Stellschraube *S*.

Abhebevorrichtung an Phonographen für die an gemeinschaftlicher Membran angeordneten Schreib- und Sprechwerkzeuge. Von Edison United Phonograph Company in New-York. Vom 9. September 1891. No. 69218. Kl. 42.





Gegen die Unterseite der Schiene *a* stemmt sich ein kleiner Hebel *e*, der mit dem drehbaren Anker *x* eines Elektromagneten *f* gelenkig verbunden ist. In dem zum Theil am Sprachrohr *S* entlang geführten Stromkreis *rs* dieses Elektromagneten ist auf dem Sprachrohr ein Unterbrecher angeordnet, welcher aus Feder *u* und Stift *v* besteht. Wird durch Auflegen der Feder *u* auf dem Stift *v* der Stromkreis geschlossen, so dreht sich der Anker in die punktirte Lage und hebt den Hebel *e*, der seinerseits die Schiene *a* hoch- und dadurch die Instrumente von der Phonogrammzylinderfläche weghebt.

Objektivverschluss. Von R. Brandauer in Stuttgart. Vom 20. April 1892. No. 69160. Kl. 57.

An der Wand *B* (Fig. 2) sind um dieselbe Axe drehbar zwei Schieber *C* und *D* angebracht, von denen *C* eine Anzahl runder Oeffnungen c und eine diesen entsprechende Zahl Schaltzähne hat, während *D* sektorförmig gestaltet und mit einer Oeffnung *d* (Fig. 1) versehen ist. In der Wand *B* in der optischen Axe des Apparates befindet sich eine Oeffnung *t*. Diese kommt bei entsprechender Stellung der beiden Schieber mit den Oeffnungen c und *d* zur Deckung. Der, durch einen geeigneten Antriebsmechanismus in Drehung versetzte Sektor *D* lässt in der einen Richtung den durch Sperrkegel *s* arretirten Schieber *C* in Ruhe, nimmt ihn jedoch durch den Sperrhaken *r* mit bei der Drehung im andern Sinne. Damit aber diese gemeinsame Drehung nur um ein Zeitintervall stattfinden kann, ist an der Wand *B* ein Hebel *H* angeordnet, dessen Zapfen *h* in die Oeffnungen c einfällt und daher beide Schieber arretirt, sobald der Vorsprung *n* am Sektor *D* den am anderen Hebelende befindlichen abgeschrägten Zapfen *p* in die Höhe drückt. Für Zeitbelichtung werden von Hand beide Schieber so gestellt, dass die in ihnen befindlichen Oeffnungen zur Deckung kommen mit der Oeffnung der Wand *B*, wodurch das Objektiv freigelegt wird.

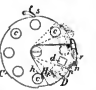


Fig. 1.

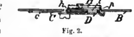
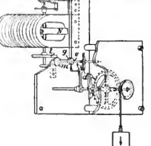
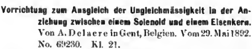


Fig. 2.

Elektrizitätszähler mit Uhrwerk, dessen Unruhe durch zwei Theile von verschiedener Schwingungsweite gebildet wird. Von Prof. Dr. H. Aron in Berlin. Vom 2. Juni 1892. No. 69301. Kl. 21.



Bei diesem Elektrizitätszähler ist die Unruhe in zwei durch Hebel oder Zahnräder *lm* mit einander verbundene, zusammenschwingende Theile getheilt. Der messende Theil *N* durchläuft einen kleinen, der zur Hemmung dienende Theil *deg* einen grossen Winkel.



Vorrichtung zum Ausgleich der Ungleichmässigkeit in der Anziehung zwischen einem Solenoid und einem Eisenkern. Von A. Delacre in Gent, Belgien. Vom 29. Mai 1892. No. 69230. Kl. 21.

Die Regelungsvorrichtung besteht aus einer Schnurscheibe und zwei um die Axe der letzteren schwingenden Gewichten, von denen das eine fest mit der Axe verbunden, das andere dagegen lose und auf einem Anschlage ruhend angeordnet ist. Die Vorrichtung bezweckt durch die Veränderung der Momente dieser beiden gemeinsamen bezw. nach einander zur Geltung kommenden Gewichte die Veränderung der Anziehung auszugleichen, welche ein zylindrischer weicher Eisenkern erfährt, der von einem Solenoid eingezogen wird, welches bei normaler Bogenlänge von einem konstanten Strom durchflossen wird. Hierdurch ergiebt sich eine Anziehungskraft, welche sich nur nach Maassgabe des das Solenoid durchfliessenden Stromes ändert.

Maassstab, dessen Theilung an den Gelenken unversehrt durchgeht. Von Gebr. Leistner in Leipzig. Vom 16. Oktober 1891. No. 69285. Kl. 42.

Das Gelenk wird von zwei Platten *a* und *b* gebildet, die durch den Gelenkbolzen *c* mit einander verbunden und an den Innenflächen der Maassstabglieder (durch Zacken) befestigt sind. Auf diese Weise liegt das Gelenk völlig zwischen den Maassstabgliedern, so dass die Theilung aussen von keinen Gelenktheilen unterbrochen wird.

Für die Werkstatt.

Neuer Lackirofen mit Grudeheizung und Lackirverfahren der mechanischen Werkstätten von F. Sartorius in Göttingen. Mitgetheilt von K. Friedrich.

Beim Lackiren von Instrumententheilen aus Messing müssen diese bekanntlich angewärmt werden. Dies geschieht in kleineren Werkstätten meist durch die Gas- oder Spiritusflamme, die zur Vermeidung des Niederschlagens der unverbrannten Gase der Flamme zweckmässig mit einem Metallblech überdeckt wird. In grösseren Werkstätten sind für die gleichen Zwecke Lackiröfen vorhanden, die mit Gas oder Dampf geheizt werden und, bei grosser Sparsamkeit im Betriebe, eine wesentlich gleichmässigere Erhitzung der zu lackirenden Stücke gestatten.

Herr F. Sartorius hat nun für den gleichen Zweck einen Lackirofen mit Grudeheizung konstruirt, der die gleichen Vortheile, besonders den der Sparsamkeit, mit den Gas- oder Dampföfen gemein hat, aber keine besondere Gas- oder Dampfanlage, wie diese, voraussetzt und deshalb besonders kleineren Werkstätten zu empfehlen sein dürfte.

Der durch die Abbildung 1 dargestellte Ofen besteht aus einem auf vier kleinen Eisenfüssen stehenden Blechkasten *A*, der mit Handgriffen versehen ist und vorn eine Oeffnung zur Aufnahme einer Schieblade *B* hat. Diese letztere ist vorn schräg vorgebaut und wird an dieser Stelle durch einen um Scharniere aufzuklappenden Deckel *C* überdeckt, der eine Anzahl Aussparungen trägt, die durch einen Schieber, dessen Handgriff bei *D* sichtbar ist, geöffnet und geschlossen werden können und zur Regelung des in den Ofen einzuführenden „Zuges" dienen. An der *B* entgegengesetzten Seite führt ein Schornstein *E* die Verbrennungsgase ab.

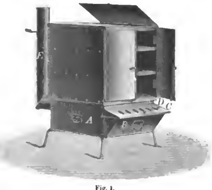


Fig. 1.

Auf den Feuerungsraum ist ein Blechschrank aufgesetzt; er ist vorn und oben durch Thüren verschliessbar und hat im Innern über dem Boden noch zwei Absätze, bestehend aus durchlochten Metallblechen, auf welche die Theile zur Erwärmung niedergelegt werden.

Für den Gebrauch wird die Schieblade *B* zu einem Drittel mit guter Holzkohlen- oder Grudeasche gefüllt und auf diese eine 1 bis 2 *mm* hohe Schicht Grudekoaks geschüttet, die man mit altem, zum Auswaschen der Lackirpinsel benutzten Spiritus durch Eingiessen in die Schieblade tränkt und anzündet. Nach Verbrauch der ersten Lage Grudekoaks rieselt man neues Brennmaterial auf und ist dadurch im Stande, den Ofen lange und billig zu unterhalten. Die überflüssige Asche muss von Zeit zu Zeit entfernt werden.

Schnellere oder langsamere Erwärmung kann dadurch veranlasst werden, dass man die Theile auf den Boden des Schrankes oder auf das oberste Blech legt. Eine gut konstante Temperatur lässt sich durch Regelung des im Abzugrohr *E* angebrachten Schiebers erzielen. Der Ofen hat einen nutzbaren Flächenraum von 40 *qcm*, die Heizung kostet sechs bis sieben Pfennige pro Tag und Nacht; der Ofen hat sich durch mehrere Jahre gut bewährt.

Herr Sartorius hat sich auch die Ausbildung der Lackirverfahren angelegen sein lassen, die neuerdings erhöhte Wichtigkeit erlangt haben. Während man früher die mit Blaustein geschliffenen und mit Lindenholz und Schmirgel hochglänzend und gut eben polirten Flächen nur mit einem dünnen, wenig gefärbten Schellacküberzuge versah, ist man neuerdings, um die Arbeit

möglichst zu fördern, allgemein dazu übergegangen, die Politur weniger fein durchzuführen, und das gute Aussehen der Arbeiten durch vorzügliche und starke Lackirung zu erzielen.

Hierzu sind ausser den gewöhnlichen Vorbedingungen gut vorbereiteter Pinsel, angenehm gefärbter Lack, entsprechende Vorwärmung der Stücke — noch andere Kunstgriffe nothwendig, die nicht allgemein bekannt sein dürften. Herr Sartorius erblickt in der Auffutterung der Stücke auf der Drehbank, besonders der runden, eine Schwierigkeit beim Lackiren und hat aus diesem

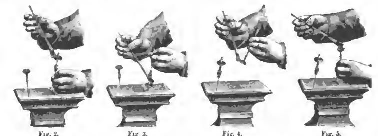


Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.

Grunde besondere, höchst einfache Einrichtungen hergestellt, welche das Lackiren gut und bequem verrichten lassen.

In den beigefügten Figuren ist das Sartorius'sche Lackirverfahren veranschaulicht. Fig. 2 bis 5 zeigt das Lackiren zweier Knöpfe, die auf einen dünnen Draht gesteckt oder geschraubt sind und nun in mannigfacher Weise mit der blossen Hand ohne Zuhilfenahme der Drehbank gedreht und gewendet werden können, so dass man zu jeder Stelle bequem hinzugelangen kann.

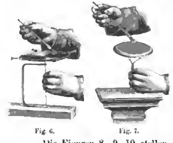


Fig. 6. Fig. 7.

Fig. 6 und 7 veranschaulicht die Behandlung flacher Scheiben. Je nach der Möglichkeit ist hier ein dünner Dreifuss aus Draht, der nach unten in einen runden Stiel ausläuft, oder aber ein kleines auf einem Holzklotze angebrachtes Gestell zur Drehung des Stückes benutzt.

Die Figuren 8, 9, 10 stellen das Lackiren von Säulen mit Ansätzen dar. Die Manier ist ohne Weiteres ersichtlich.

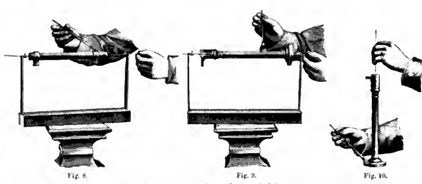


Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10.

Es bedarf wohl keines Kommentars, dass die beschriebene Art zu lackiren viel für sich hat. In den Werkstätten von Sartorius hat sie sich vorzüglich bewährt, besonders auch dadurch, dass es nicht mehr nöthig ist, die Drehbank mit der Lackirarbeit zu belasten.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

uchtet zunächst Folgendes ein:
t wächst für einen bestimmten $\angle\,\omega$ mit zunehmendem
d $\alpha = 0$ ist.
ndet sie, wenn $\omega = 0$ bezw. $180°$ ist und für den

cos α − 1) oder $\cos\omega = \frac{-m\sin\alpha}{1-\cos\alpha}$ ist.
Winkels ω die Bezeichnung $\omega°$ ein, so kann ich
hreiben:

$$\cos\omega° = -m\,ctg\,\frac{\alpha}{2}.$$

werden, so muss $m\,ctg\,\alpha/2$, absolut betrachtet,
r sehen ferner, dass der $\cos\omega°$ positiv wird für
ein positives m und können daher folgenden Satz

verschwindet stets bei einer Drehung um $\omega = 0°$
α geeignet gewählt werden, so nämlich, dass der
vischen 0 und 1 liegt, so wird die Ungleichförmig-
sowie zwischen 180 und 360° noch einmal $= 0$;
positives m nach einer Drehung um einen Winkel
ein negatives m nach einer Drehung um einen
Quadranten. Naturgemäss liegt der Winkel $\omega°$
n und zweiten, bezw. dem dritten und vierten
zw. 270°, was auch obige Gleichung bestätigt.
Geraden die Winkel ω von 0° bis 360° als Ab-
gen Differenzen $\omega_1 - \omega_0$ zu Ordinaten mache, so
die Kurve der Umdrehungsfehler. Von dieser
chtung, dass sie die Abscissenaxe je nach der
ermal schneidet. Soll die Kurve stetig sein, so
ximum und ein Minimum, im letzteren zwei
, d. h. die Gleichung für die Winkel ω, welche
, muss im allgemeinen vier Werthe ω ergeben,
ell sind, unter der auch die vier Nullpunkte
en müssen aber verschwinden, sobald die Be-
r Nullpunkte nicht erfüllt ist. Diese lautet

$$ctg\,\frac{\alpha}{2} < +1.$$

die Maxima und Minima der Drehungsfehler
der Gleichung 1b) gleich Null setze.

$$\sin 2\omega - m\,tg\alpha\sin\omega \Big\} = 0;$$

$$\Big)\cos 2\omega - m\,tg\alpha\cos\omega = 0;$$

$$\omega - 1\Big) - m\,tg\alpha\cos\omega = 0.$$

$$= \frac{2m\sin\frac{\alpha}{2}\cos\frac{\alpha}{2}}{2\sin^2\frac{\alpha}{2}} = m\,ctg\,\frac{\alpha}{2}.$$

Zeitschrift für In...
Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt
Redaktion: Prof. Dr. A. ...
XIV. Jahrgang. November 1894.

Beiträge zur Theorie von Appara...

Nachdem im Jahre ... Beschreibung ihrer Apparate ... *Zeitschrift 1883 S. 226* ... Jahre (*S. 427*) eine Kritik ... geschrieben und bemerkt ... und Wanschaff über ...
Da seitdem ... geliefert worden sind ... Regelung und Herstellung ... Interesse gewonnen ... führungen des Herrn Prof. ...

Im ersten Theile ... in der Funktionirung ... dass die Axen der ... zusammenfielen; ... unterschied ... stück und Mitnehmer ... Axen. Da die Methode ... welcher dieser Untersuchung ... mathematisch ... sehr einfach ist, ... mir, an der Hand ... tivisch gedachten ... Figur die Entwickelung ... nehmen.
OY (Fig. ...) der Normalschraube ... Werkspindel, OX ... system. H ist der ... Radius r des ... der Ebene XOZ

möglichst zu fördern, allgemein dazu übergegangen, die Politur weniger fein durchzuführen, und das gute Aussehen der Arbeiten durch vorzügliche und starke Lackirung zu erzielen.

Hierzu sind ausser den gewöhnlichen Vorbedingungen gut vorbereiteter Pinsel, angenehm gefärbter Lack, entsprechende Vorwärmung der Stücke — noch andere Kunstgriffe nothwendig, die nicht allgemein bekannt sein dürften. Herr Sartorius erblickt in der Auffutterung der Stücke auf der Drehbank, besonders der runden, eine Schwierigkeit beim Lackiren und hat aus diesem

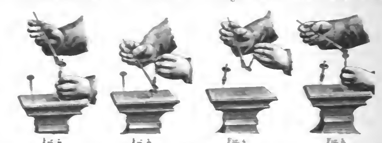


Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.

Grunde besondere, höchst einfache Einrichtungen hergestellt, welche das Lackiren gut und bequem verrichten lassen.

In den beigefügten Figuren ist das Sartorius'sche Lackirverfahren veranschaulicht. Fig. 2 bis 5 zeigt das Lackiren zweier Knöpfe, die auf einen dünnen Draht gesteckt oder geschraubt sind und nun in mannigfacher Weise mit der blossen Hand ohne Zuhülfenahme der Drehbank gedreht und gewendet werden können, so dass man zu jeder Stelle bequem hinzugelangen kann.

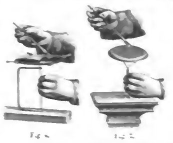


Fig. 6. Fig. 7.

Fig. 6 und 7 veranschaulicht die Behandlung flacher Scheiben. Je nach der Möglichkeit ist hier ein dünner Dreifuss aus Draht, der nach unten in einen runden Stiel ausläuft, oder aber ein kleines auf einem Holzklotze angebrachtes Gestell zur Drehung des Stückes benutzt.

Die Figuren 8, 9, 10 stellen das Lackiren von Säulen mit Ansätzen dar. Die Manier ist ohne Weiteres ersichtlich.



Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10.

Es bedarf wohl keines Kommentars, dass die beschriebene Art zu lackiren viel für [illegible] In den Werkstätten von Sartorius hat sie sich vorzüglich bewährt, besonders [illegible] dass es [illegible] ist, die Drehbank mit der Lackirarbeit zu belasten.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Prof. Dr. **Abbe** und **H. Haensch**.

Redaktion: Prof. Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XIV. Jahrgang. **November 1894.** Elftes Heft.

Beiträge zur Theorie von Apparaten zur Anfertigung von Mikrometerschrauben.

Von

Ingenieur **Julius Werther** in Berlin.

Nachdem im Jahre 1883 die Mechaniker Bamberg und Wanschaff eine Beschreibung ihrer Apparate zur Anfertigung von Mikrometerschrauben in *dieser Zeitschrift 1883 S. 238* und *350* veröffentlicht hatten, erschien daselbst im gleichen Jahre (*S. 427*) eine Kritik dieser Vorrichtungen, welche von Herrn Dr. Leman geschrieben und betitelt war: „Bemerkungen zu den Aufsätzen der Herren Bamberg und Wanschaff über Apparate zur Anfertigung von Mikrometerschrauben.“

Da seitdem keine wissenschaftlichen Beiträge zu den hier berührten Fragen geliefert worden sind, die Fragen selbst aber in einer Zeit, die sich mit der Regelung und Herstellung von Mikrometerschrauben vielfach beschäftigt, nur an Interesse gewonnen haben können, so dürfte ein weiteres Eingehen auf die Ausführungen des Herrn Prof. Leman nicht unwillkommen sein.

I.

Im ersten Theile seiner Abhandlung untersuchte Leman, welche Fehler in der Funktionirung des Wanschaff'schen Apparates dadurch entstehen könnten, dass die Axen der Normalschraube und der Werkspindel nicht mathematisch zusammenfielen; also um den Fall zu verallgemeinern, er untersuchte den Drehungsunterschied zweier durch Herzstück und Mitnehmer gekuppelten Axen. Da die Methode, nach welcher dieser Umdrehungsfehler mathematisch festgestellt wurde, sehr einfach ist, so erlaube ich mir, an der Hand der perspektivisch gedachten Leman'schen Figur die Entwicklung vorzunehmen.

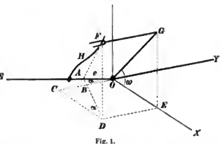


Fig. 1.

OY (Fig. 1) ist die Axe der Normalschraube, OS die der Werkspindel, OX und OZ bilden mit der ersteren ein rechtwinkliges Koordinatensystem. H ist das an OS unter beliebigem Winkel angebrachte Herzstück, OG der Radius r des Mitnehmers; FG ist $\parallel OY$ und berühre H in F. OG bewege sich in der Ebene XOZ.

Ferner bedeute FAD eine durch F senkrecht zu OS gelegte Ebene, AD deren Schnittlinie mit der XY-Ebene, B den Schnittpunkt dieser Linie mit der Verlängerung von OY und D den Punkt der XY-Ebene senkrecht unter F. Ist nun GOX der $\angle \omega$, um welchen sich die Normalschraube gedreht haben mag, so hat sich die Werkspindel um $\angle FAD = \omega_1$ gedreht; und wenn nun $CD \parallel$ zur X-Axe, DE zur Y-Axe und EG zur Z-Axe gezogen werden, so ergeben sich als Koordinaten des Punktes F:

$$CD = OE = x, \quad ED = OC = y, \quad DF = EG = z.$$

OS und OY mögen den $\angle \alpha$ bilden. Da nun $\angle CDB$ auch $= \alpha$ ist, so stellte Leman die Gleichung auf:

$AD = x \cos \alpha + e \sin \alpha$, worin e das Stück AO bezeichnet.

Diese Gleichung ist nicht richtig; zwar ist es sehr wohl erlaubt, anstatt der Tangente des sehr kleinen $\angle \alpha$ dessen Sinus einzusetzen, doch ist BD nicht Kathete, sondern Hypotenuse des Dreiecks BCD, also $= x/\cos \alpha$.

Um eine neue Gleichung für den Drehungsfehler $(\omega_1 - \omega)$ aufzustellen, setzen wir daher:

$$AD = \frac{x}{\cos \alpha} + e\,tg\,\alpha \text{ und } tg\,\omega_1 = \frac{FD}{AD} = z; \quad \frac{x}{\cos \alpha} + e\,tg\,\alpha = \frac{z \cos \alpha}{x + e \sin \alpha} = \frac{r \sin \omega \cos \alpha}{r \cos \omega + e \sin \alpha}.$$

Führen wir mit Leman $m = e/r$ ein, so ist:

$$tg\,\omega_1 = \frac{\sin \omega \cos \alpha}{\cos \omega + m \sin \alpha}; \quad \frac{tg\,\omega}{tg\,\omega_1} = \frac{\cos \omega + m \sin \alpha}{\cos \omega \cos \alpha},$$

$$1 - \frac{tg\,\omega}{tg\,\omega_1} = 1 - \frac{1}{\cos \alpha} - \frac{m\,tg\,\alpha}{\cos \omega}.$$

Multipliziren wir nun die Gleichung mit $\cos \omega$ und bringen die linke Seite auf den gemeinsamen Nenner $\sin \omega_1$, so können wir schreiben:

$$\sin(\omega_1 - \omega) = \sin \omega_1 \left[(1 - 1/\cos \alpha) \cos \omega - m\,tg\,\alpha\right] = z \sin(\omega + (\omega_1 - \omega),[1])$$

worin z den äusserst geringen Werth des Klammerausdrucks darstelle.

$$\sin(\omega_1 - \omega) = z\left[\sin \omega \cos(\omega_1 - \omega) + \cos \omega \sin(\omega_1 - \omega)\right]$$

Angenähert ist also:

$$(\omega_1 - \omega) - (\omega_1 - \omega)^3/6 = z \sin \omega \left\{1 - (\omega_1 - \omega)^2/2\right\} + z \cos \omega \left\{(\omega_1 - \omega) - (\omega_1 - \omega^3)/6\right\}$$

Begnügen wir uns mit einer weiteren Annäherung, indem wir die zweite und dritte Potenz des sehr kleinen Werthes $(\omega_1 - \omega)$, sowie das Produkt desselben mit der kleinen Grösse z vernachlässigen, so bleibt als Ausdruck für den Drehungsunterschied die Gleichung: $\omega_1 - \omega = z \sin \omega$, oder wenn ich den Werth für z einsetze:

$$\text{1a)} \qquad \omega_1 - \omega = \sin \omega \left\{\left(1 - \frac{1}{\cos \alpha}\right) \cos \omega - m\,tg\,\alpha\right\},$$

$$\text{1b) oder:} \qquad \omega_1 - \omega = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{\cos \alpha}\right) \sin 2\omega - m\,tg\,\alpha \sin \omega.$$

$$\text{Nun ist } 1 - \frac{1}{\cos \alpha} = \frac{\cos \alpha - 1}{\cos \alpha} = -\frac{2 \sin^2 \alpha/2}{\cos \alpha}.$$

Da wir den Nenner $\cos \alpha$ vernachlässigen dürfen, so weicht unsere Gleichung von der Leman'schen nur durch das Vorzeichen des ersten Gliedes ab. Es haben sich für $\omega_1 - \omega$ zwei Summanden ergeben, deren einer ausser von ω auch noch von m abhängig ist und daher durch geeignete Wahl des Mitnehmers zu Null werden kann.

[1] Ich musste davon absehen, mich der Leman'schen Entwicklung anzuschliessen, weil sie auf einer Anwendung der Taylor'schen Reihe beruht, deren Glieder in diesem Falle für $\omega = 0$ und $180° \infty$ gross werden, also die Herleitung unstatthaft machen.

Aus der Gleichung leuchtet zunächst Folgendes ein:

Die Ungleichförmigkeit wächst für einen bestimmten $\angle\,\omega$ mit zunehmendem $\angle\,\alpha$ und verschwindet, sobald $\alpha = 0$ ist.

Für $\angle\,\alpha > 0$ verschwindet sie, wenn $\omega = 0$ bezw. $180°$ ist und für den Fall, dass

$$m \sin\alpha = \cos\omega\,(\cos\alpha - 1) \text{ oder } \cos\omega = \frac{-m\sin\alpha}{1-\cos\alpha} \text{ ist.}$$

Führe ich statt dieses Winkels ω die Bezeichnung ω° ein, so kann ich statt der letzten Gleichung schreiben:

$$2) \qquad \cos\omega^\circ = -m\,ctg\,\frac{\alpha}{2}.$$

Soll Gleichung 2 reell werden, so muss $m\,ctg\,\alpha/_2$, absolut betrachtet, zwischen 0 und 1 liegen. Wir sehen ferner, dass der $\cos\omega^\circ$ positiv wird für ein negatives m, negativ für ein positives m und können daher folgenden Satz anfstellen:

Der Umdrehungsfehler verschwindet stets bei einer Drehung um $\omega = 0°$ bezw. $180°$. Wenn aber m und α geeignet gewählt werden, so nämlich, dass der absolute Werth von $m\,ctg\alpha/_2$ zwischen 0 und 1 liegt, so wird die Ungleichförmigkeit zwischen $\omega = 0$ und $180°$, sowie zwischen 180 und $360°$ noch einmal $= 0$; und zwar geschieht dies für ein positives m nach einer Drehung um einen Winkel des zweiten bezw. dritten, für ein negatives m nach einer Drehung um einen Winkel des ersten bezw. vierten Quadranten. Naturgemäss liegt der Winkel ω° für $m = 0$ zwischen dem ersten und zweiten, bezw. dem dritten und vierten Quadranten, beträgt also $90°$ bezw. $270°$, was auch obige Gleichung bestätigt.

Wenn ich nun auf einer Geraden die Winkel ω von $0°$ bis $360°$ als Abszissen abtrage und die zugehörigen Differenzen $\omega_1 - \omega_0$ zu Ordinaten mache, so ergiebt sich in deren Endpunkten die Kurve der Umdrehungsfehler. Von dieser weiss ich nun durch obige Betrachtung, dass sie die Abscissenaxe je nach der Wahl von m und α zwei- oder viermal schneidet. Soll die Kurve stetig sein, so muss sie im ersten Fall ein Maximum und ein Minimum, im letzteren zwei Maxima und zwei Minima besitzen, d. h. die Gleichung für die Winkel ω, welche die Maxima und Minima erzeugen, muss im allgemeinen vier Werthe ω ergeben, die unter derselben Bedingung reell sind, unter der auch die vier Nullpunkte erscheinen; zwei von diesen Werthen müssen aber verschwinden, sobald die Bedingung für die Reellität aller vier Nullpunkte nicht erfüllt ist. Diese lautet in präziser Form:

$$-1 \leq m\,ctg\,\frac{\alpha}{2} \leq +1.$$

Ich suche nun die Winkel ω für die Maxima und Minima der Drehungsfehler auf, indem ich die erste Ableitung der Gleichung 1b) gleich Null setze.

$$\frac{d}{d\omega}\left\{\frac{1}{2}\left(1-\frac{1}{\cos\alpha}\right)\sin 2\,\omega - m\,tg\alpha\,\sin\omega\right\} = 0;$$

$$\left(1-\frac{1}{\cos\alpha}\right)\cos 2\,\omega - m\,tg\alpha\cos\omega - 0;$$

$$\left(1-\frac{1}{\cos\alpha}\right)\left(2\cos^2\omega - 1\right) - m\,tg\alpha\cos\omega = 0.$$

$$\frac{2\cos^2\omega - 1}{\cos\omega} = \frac{m\,tg\alpha}{1-\frac{1}{\cos\alpha}} = \frac{-m\sin\alpha}{1-\cos\alpha} = -\frac{2\,m\sin\frac{\alpha}{2}\cos\frac{\alpha}{2}}{2\sin^2\frac{\alpha}{2}} = -m\,ctg\,\frac{\alpha}{2}$$

Führe ich statt dieses Winkels ω die Bezeichnung ω' ein, so erhalten wir die quadratische Gleichung:

$$\cos^2 \omega' + \frac{m}{2} ctg \frac{\alpha}{2} \cdot \cos \omega' = 1/2,$$

und ihre Wurzeln:

$$\cos \omega' = -\frac{m}{4} ctg \frac{\alpha}{2} \pm \sqrt{\frac{m^2}{16} ctg^2 \frac{\alpha}{2} + \frac{1}{2}}. \tag{3}$$

Da der eindeutig bestimmte Werth eines $\cos \omega$ für zwei $\angle \omega$ der ersten vier Quadranten gilt, so erhalte ich hier die vier erwarteten Winkel. Deren Werthe sind reell unter obiger Bedingung $m\,ctg\,\alpha/2 \leq 1$ (absolut). Zum Beweise setze ich die Grenzwerthe $m\,ctg\,\alpha/2 = 0$ und $m\,ctg\,\alpha/2 = \pm 1$ in Gleichung 3) ein. Es ergiebt sich für $m\,ctg\,\alpha/2 = 0$; d. i. $m = 0$:

$$\cos \omega' = \pm \sqrt{\frac{1}{2}}; \tag{3a}$$

für $m\,ctg\,\alpha/2 = +1$:

$$\cos \omega' = -\frac{1}{4} \pm \sqrt{\frac{9}{16}} = +\frac{1}{2} \text{ bezw. } -1; \tag{3b}$$

für $m\,ctg\,\alpha/2 = -1$:

$$\cos \omega' = +\frac{1}{4} \pm \sqrt{\frac{9}{16}} = +1 \text{ bezw. } -\frac{1}{2}. \tag{3c}$$

Wird $m\,ctg\,\alpha/2 > 1$ (absolut), so geht, wie vorausgesehen, je einer der Werthe $\cos \omega'$ in 3b) und 3c) in einen Werth > 1 über, wird also irrational, während der andere stets reell bleibt. Wächst nämlich $m\,ctg\,\alpha/2$ bis zu seinem absoluten Endwerth, d. h. wird $m = \pm \infty$, so wird $\cos \omega' = 0$.

Aus den Zahlen der Endwerthe ersehen wir Folgendes:

Sind beide Werthe $\cos \omega'$ reell, so betragen für $m = 0$ die Winkel ω': 45, 135, 225, 315°; für ein positives m ($m\,ctg\,\alpha/2$ zwischen 0 und 1) liegen sie zwischen 45 und 60, 135 und 180, 180 und 225, 300 nnd 315°, für ein negatives m ($m\,ctg\,\alpha/2$ zwischen 0 und -1), zwischen 0 und 45, 120 und 135, 225 und 240, 315 und 360°.

Ist nur ein Werth $\cos \omega'$ reell, so liegen die Winkel ω' für ein positives m ($m\,ctg\,\alpha/2 > 1$) zwischen 60 und 90, 270 und 300°, für ein negatives m ($m\,ctg\,\alpha/2 < -1$) zwischen 90 und 120, 240 und 270°.

Um den Charakter der Kurve vollständig zu kennen, brauchen wir nur noch zu wissen, für welche von diesen Werthen ein Maximum, für welche ein Minimum entsteht. Nun lautet der zweite Differentialquotient von $f(\omega)$ in Gleichung 1b):

$$f''(\omega) = 4\left(\frac{1}{\cos \alpha} - 1\right) \sin \omega \cos \omega + m\,tg\,\alpha \sin \omega$$

$$= \frac{8 \sin^2 \alpha/2}{\cos \alpha} \sin \omega \cos \omega + \frac{2m}{\cos \alpha} \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2} \sin \omega .$$

$$f''(\omega) = \frac{2 \sin \alpha/2}{\cos \alpha} \sin w \left\{ 4 \sin \frac{\alpha}{2} \cos w + m \cos \frac{\alpha}{2} \right\} \tag{4}$$

Will ich untersuchen, welche von den Werthen, für die $f'(\omega) = 0$ wird, $f''(\omega)$ positiv, welche negativ machen, so muss ich zusehen, in welchem Quadranten die Winkel ω' zu dem Zwecke liegen müssen. Das Resultat wird nun von m abhängen.

Ich betrachte die beiden Gruppen der Kurven wieder für sich.

$$\text{I.}\quad -1 \leq m\, ctg\, \frac{\alpha}{2} \leq +1.$$

Da $m\, ctg\, \alpha/2 \leq 1$ ist, so ist $m \cos \alpha/2 \leq \sin \alpha/2$ nnd daher jedenfalls $< 4 \sin \alpha/2 \cos \omega$, weil ja $4 \cos \omega$ mindestens $4 . {}^1/_2 = 2$ beträgt.

Daher ist das Glied $m \cos \alpha/2$ in Gleichung 4) nicht im Stande, das Vorzeichen der ganzen $f''(\omega)$, so wie es sich aus:

$$f''(\omega) = \frac{8 \sin^2 \alpha/2}{\cos \alpha} \sin \omega \cos \omega$$

ergiebt, zu beeinflussen.

Die rechte Seite dieser Gleichnng wird aber positiv, wenn ω im ersten und dritten, negativ, wenn ω im zweiten und vierten Qnadranten liegt: und so entstehen, gleichgiltig ob $m \gtreqless 0$ ist, Minima im ersten und dritten, Maxima im zweiten und vierten Quadranten.

Fig. 2.

Nun sind die Knrven der $\omega_1 - \omega$ für Fall I. ihrem Charakter nach bestimmt; in Fig. 2 ist diejenige für $m = 0$, sowie in den Fig. 3 und 4 je eine charakteristische Kurve für $m > 0$ und $m < 0$ aufgezeichnet.

Fig. 3.

$$\text{II.}\quad -1 > m\, ctg\, \alpha/2 > +1.$$

Auch hier hat das Glied $m \cos \alpha/2$ keinen Einfluss anf das Vorzeichen von $f''(\omega)$.

Zwar kann $m\, ctg\, \alpha/2 > 4 \cos \omega$ werden, da die Werthe von $4 \cos \omega$ nur bis 2 ansteigen können; doch wird, wie wir gesehen, im Fall II. bei positivem m der $\cos \omega$ selbst positiv (zwischen 0 und ${}^1/_2$), bei negativem m selbst negativ (zwischen 0 nnd $-{}^1/_2$).

Fig. 4.

Die beiden Summanden der Gleichnng 4) werden also, gleichgiltig welchen Werth $m\, ctg\, \alpha/2$ annehmen mag, stets dasselbe Vorzeichen haben. Daher erhalte ich

für $m > 0$ ein Minimum im ersten, ein Maximnm im vierten Quadranten und

für $m < 0$ ein Maximum im zweiten, ein Minimum im dritten Qnadranten.

Fig. 5.

Fig. 6.

Man kann leicht erkennen, wie die nun folgenden Knrven, Fig. 5 ($m > 0$) und 6 ($m < 0$), aus denen des Falles I (Fig. 3 und 4) abarten.

Ich gehe nun daran, aus den bisherigen Erörterungen eine praktische Folgerung zu ziehen:

Bei dem **Wanschaff**'schen Apparat bedeutet OY eine Normalschraube, durch deren Drehung eine an der Drehung verhinderte Mutter in axiale Bewegung versetzt wird. Diese ist durch einen Rahmen mit einer Schneidekluppe verbunden, welche auf der sich drehenden Werkspindel OS befestigt ist, an der Längsbewegung der obengenannten Mutter theilnimmt und die Normalschraube kopiren soll.

Fig. 7.

Eine fehlerlose auf diesem Apparat erzeugte Schraube möge nun Schraubengänge aufweisen, welche, abgewickelt, die Gerade AC (Fig. 7) ergeben, den Steigungswinkel γ besitzen, BC zur Steigung und AB zur Basis haben.

Nun nehme ich an, der Schraubengang werde fehlerhaft dadurch, dass Normalschraube und Werkspindel den Winkel α bilden. Wenn sich die erstere gleichmässig dreht, wenn also $\angle\,\omega$ gleichmässig wächst, so wird die Mutter in gleichen Zeiten gleiche Theile der Steigung s zurücklegen, z. B. $\widehat{B1} = \widehat{12} = \widehat{23} = \widehat{3C} = s/4$.

Da die Mutter mit der Kluppe zwangläufig verbunden ist, so schreitet sie in den gleichen Zeiten um dasselbe Stück $s/4$ fort, währenddem ein Peripheriepunkt der Werkspindel in Folge des ungleichmässigen Wachsens von ω_1 die ungleichen Strecken $A1'$, $1'2'$, $2'3'$, $3'B$ zurücklegt.

Während sich nun die Werkspindel um $A1'$ gedreht hat, ist die Kluppe um $B1$ axial fortgeschritten. Daher liegt der zu dieser Zeit erreichte Punkt des Schraubengangs um das Stück $B1 = 1'a$ vertikal über $1'$. Ebenso finde ich die anderen Punkte des Ganges und somit die ganze Kurve. Wird $\omega = \omega_1$, hat sich also die Kluppe um das zur Erzeugung einer fehlerlosen Schraube nöthige Stück gedreht, dann schneidet die Kurve die Gerade AC. Hat $\omega_1 - \omega$ ein Maximum oder Minimum erreicht — was über $1'$ und $3'$ stattfinden mag — dann weicht die Kurve von der Geraden AC am meisten ab; nur hat sie ein Minimum da, wo die Kurve der $\omega_1 - \omega$ ein Maximum aufweist und umgekehrt. In dieser eben erläuterten Weise wird also die Kurve der $\omega_1 - \omega$ bei Erzeugung des Schraubengangs kopirt.

Versetzt man eine Schraube, deren abgewickelte Gänge von der Geraden abweichen, in Drehung, so erkennt man ein entsprechendes Schleudern der Gänge. Man bezeichnet in der Praxis dieses Schleudern als „den Schwindel" der Schraube. Bei der Untersuchung und bei der Regulirung von Schrauben stellt sich heraus, dass der Schwindel — wenn ich mich dieses Ausdruckes bedienen darf — einfach oder mehrfach auftritt; einfach wird er genannt, wenn die Kurve des abgewickelten Schraubengangs nur eine grösste Abweichung von der Geraden besitzt, doppelt, wenn sie deren zwei (ein Maximum und ein Minimum) aufweist u. s. f. Da sie nun eine Kopie der Kurve der $\omega_1 - \omega$ ist, so gelten in Bezug auf die Nullpunkte und die grössten Abweichungen für beide die gleichen Bedingungen: und so habe ich im Vorangehenden die mathematischen Voraussetzungen fixirt, für welche in **Wanschaff**'schen Schrauben doppelter und für welche vierfacher Schwindel auftritt.

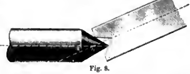
In ähnlicher Weise wie hier werden sich bei allen denjenigen Schrauben-

schneidapparaten, deren Patrone und Werkspindel auf andere Art gekuppelt sind, entsprechende Bedingungen festlegen lassen.

Sind die beiden Axen durch Herzstück und Mitnehmer verbunden, so soll man sein Augenmerk darauf richten, $m = 0$ werden zu lassen, so dass Punkt A mit Punkt O (Fig. 1) zusammenfällt. Denn aus der Gleichung 1b) ersehe ich Folgendes:

Die Fehler, die bei der Drehung von 0 bis 360° für $m = 0$ entstehen, werden, sobald ich m bei gegebenem α mit einem Werthe $\gtrless 0$ vertausche, zum Theil vergrössert und zum Theil verkleinert — jenachdem m positiv oder negativ ist und gleichzeitig $\sin \omega$ mit $\sin 2\omega$ gleiches oder entgegengesetztes Vorzeichen hat. Auch wenn man die Kurven der $\omega_1 - \omega$ für die Fälle $m \gtrless 0$ mit der für den Fall $m = 0$ vergleicht, so ersieht man, dass in ersteren Kurven die Maxima bezw. Minima theils grösser, theils kleiner sind als die entsprechenden in der Kurve für $m = 0$. Das relativ kleinste aller Maxima bezw. Minima der Kurven $\omega_1 - \omega$ entsteht also durch die Wahl $m = 0$.

Punkt F möge nun bestimmt sein; so liegt, bei einer bestimmten Axenneigung α, senkrecht unter F ein Punkt O' der Werkspindel, welcher gleichzeitig ein Punkt der Normalschraube sein muss, wenn $m = 0$ ist. Die Werkspindel des Wanschaff'schen Apparats ist mit einem Kegel in einem Hohlkegel der Schraube gelagert. Fig. 8 zeigt die Anordnung für einen gewissen $\angle \alpha$, O' bedeutet den Punkt unter F.


Fig. 8.

Verändere ich den Winkel α, dann verändert sich gleichzeitig die Lage des Axenschnittpunktes. Die gestellte Forderung, dass F senkrecht über O liege, kann also bei obiger Spitzenanordnung nur immer für einen einzigen Winkel α erfüllt werden; sie könnte nur dann unabhängig von der Winkelneigung werden, wenn die Werkspindel statt mit der Spitze mit einer Kugel in der Normalschraube gelagert wäre, deren Radius die von O' auf die Hohlkegelseite gefällte Senkrechte, also abhängig von dem Winkel des Hohlkegels wäre. Kehrt man nun noch die Anordnung um, indem man die Werkspindel mit einem Hohlkegel, die Normalschraube mit einer Kugel versieht, dann kann auch dieser Winkel ein beliebiger sein. Somit gilt für die praktische Ausführung folgendes:

Man setzt in die Normalschraube eine Kugel ein, verlegt F ein für allemal senkrecht über deren Mittelpunkt und kann dann den Werkspindeln einen beliebigen Hohlkegel geben. Dann wird m für alle Winkelneigungen den Werth 0 behalten. Ein vorzügliches Prüfungsmittel, ob m auch wirklich 0 geworden ist, besitzen wir in der Erkenntniss, dass in diesem Fall die Ungleichförmigkeit nach je einer Vierteldrehung verschwindet.

Ich komme nun dazu, den kleinsten Winkel α zu berechnen, welcher unter Annahme der gebräuchlichen Messungsmethode der Ungleichförmlichkeiten einen schon merklichen Fehler $\omega_1 - \omega$ erzeugt. Wie die Messung vor sich geht, erklärt Wanschaff selbst folgendermaassen:

„Es wurde auf dem Apparat eine Schraube geschnitten, darauf herausgenommen, zwischen feste Spitzen gespannt und dadurch untersucht, dass das Fortschreiten eines langen Zeigers, der an einer von ihr bewegten Mutter befestigt wurde, an einer Skale abgelesen wurde."

Mit der Schraube wird eine Trommel verbunden, welche gestattet, sehr

kleine Theile der Drehung abzulesen und mit den vom Zeiger zurückgelegten Strecken zu vergleichen.

Leman suchte jenen kleinsten Winkel α für den Fall zu bestimmen, dass $m = 0$ ist. Er erhielt dafür aus seiner Gleichung: $\omega_1 - \omega = + \sin^2 \alpha/_2 \sin 2\omega$ und schrieb:

„Die mit der Schraube verbundene Trommel wird der Regel nach in 60 oder 100 Theile getheilt sein; bei den Beobachtungen werden Zehntel eines solchen Pars geschätzt; es können also etwa Hundertel durch eine nicht allzu grosse Reihe von Messungen noch ermittelt werden. Da nun das erste Glied in $\omega_1 - \omega$ sein absolutes Maximum erreicht, wenn $\sin 2\omega = 1$ wird, aber sowohl positiv als negativ werden kann, so kann unter Umständen das Glied schon bemerklich werden, wenn

$$\sin^2 \frac{1}{2}\alpha = \frac{1}{2.\ 100.\ 100}$$

vom Umfange der Trommel ist."

Die Ausführungen sind richtig, da wir den kleinsten $\angle \alpha$ kennen wollen und zu dem Zwecke den anderen Faktor $\sin 2\omega$ zum Maximum machen müssen.

Aus unserer Gleichung erhalten wir für $\omega_1 - \omega$ denselben Ausdruck, nur mit umgekehrtem Vorzeichen; dieses bedeutet nur, dass der Fehler für $\sin 2\omega = 1$ negativ wird, hat also auf das Leman'sche Resultat keinen Einfluss. Letzteres ergiebt sich, wie folgt:

$$\sin^2 \frac{1}{2}\alpha = \frac{360.\ 60.\ 60}{2.\ 100.\ 100} \sin 1'' = 64{,}8 \sin 1'',$$

wenn wir den Sinus statt des Bogens einer Sekunde einsetzen.

Und so wird: $\alpha = 2°\ 1{,}'8.$

Auch die letzte Folgerung der Leman'schen Arbeit darf der Vollständigkeit wegen nicht unerwähnt bleiben — obwohl ich nur zwischen den Zeilen ihren Gedankengang entnehmen konnte. Derselbe dürfte folgender sein:

Wird der kleinste $\angle \alpha$, welcher einen merklichen Fehler hervorbringt, noch kleiner als der eben gefundene Werth, so wird die richtige Einstellung des Apparats noch schwieriger.

Wir setzen nun voraus, dass m einen beliebigen Werth $\gtrless 0$, aber nicht den Werth 0 annehmen darf, und setzen für α den eben gefundenen Werth in Gleichung 1b ein. (So ist nun α, da m nicht mehr 0 ist, ein beliebig gewählter Winkel). Ist dann $\omega_1 = \omega$ der kleinste messbare Drehungsfehler

$$d = \frac{2\pi}{2.\ 100.\ 100} = 0{,}00031,$$

so ersehen wir aus

$$d = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{\cos\alpha}\right) \sin 2\omega - m\,tg\,\alpha \sin\omega,$$

dass zu obigem Winkel α und einem bestimmten Winkel ω ein bestimmtes m gehört.

Wir wählen $\omega = 90°$; dann fällt der erste Summand fort und der zweite wird zu $m\,tg\,\alpha$; also ist:

$$m = \frac{d}{tg\,\alpha}\ \text{(absolut)} = 0{,}0089.$$

Wird m grösser als dieser Werth, dann wird $tg\,\alpha$ kleiner, dann ist also zur Erzeugung von d nur ein Winkel α erforderlich, der noch kleiner ist als $2°\ 1{,}'8$.

So ist also eine Zahl gefunden, über die m nicht wachsen darf, um den Apparat nicht ungünstiger zu machen.

Die Willkür dieser Rechnung ist klar. Erstens ist α beliebig gewählt.

Ferner ist $m = 0{,}0089$ nicht der kleinste Werth, der d bei gegebenem α hervorbringt. Diesen erhalten wir erst dann, wenn wir m bei konstantem d und α durch die entsprechende Wahl von ω zum Minimum machen — wobei ω nicht $= 90^\circ$ wird, sondern von beiden gegebenen Grössen abhängt. Der Werth von m wäre somit leicht zu finden; doch begnüge ich mich wegen der willkürlichen Wahl von α mit der Andeutung der Entwicklung.

Ich stelle mir dagegen die Aufgabe, möglichst allgemein darzuthun, wie ein in der Praxis vorkommendes m jenen für $m = 0$ gefundenen Winkel α noch reduziren kann.

Dann setze man für $\omega_1 - \omega$ die kleinste Zahl d, welche noch durch unsere Messungen bemerkbar wird und stelle die Bedingung, dass sie ein absolutes Maximum werde — dass also der Fehler gerade noch in einem Moment, dem der Drehung um einen $\angle\,\omega'$, zu konstatiren sei, in allen anderen unmerklich klein werde.

Deshalb führe man an Stelle von ω den Werth des Winkels ω' ein, für den $\omega_1 - \omega$ zum Maximum wird. Dann entsteht für d eine Gleichung, in welcher nur m und α enthalten ist, und so ergiebt sich für ein gegebenes m ein bestimmter $\angle\,\alpha$.

Kleinere Winkel α werden dann bei demselben m in keinem Drehungsmoment mehr gestatten, einen Fehler zu konstatiren.

Bewiesen ist, dass die relativ kleinsten Maxima für $m = 0$ entstehen.

Vergrössern wir m, ohne $\angle\,\alpha$ zu verändern, dann vergrössert sich das absolute Maximum; vergrössern wir dagegen m und wollen trotzdem das Maximum unverändert beibehalten, dann muss die Fehlerursache α einen geringeren Werth annehmen. Nun wollen wir einen Winkel α finden, der durch seinen geringen Werth von dem für $m = 0$ bestimmten möglichst ungünstig abweicht; also müssen wir sehen, m für das gleichbleibende Maximum d möglichst gross zu machen. Wird m unendlich gross, also auch $m\,ctg\,\alpha/_2 = \infty$, dann ist $\sin\omega' = 1$, also $\sin 2\omega' = 0$, und wenn wir nun den Winkel ω' in Gleichung 1h einführen, um d zum Maximum zu machen, so ergiebt sich die einfache Beziehung: $d = m\,tg\,\alpha$.

Diese Beziehung darf aber auch für endliche Werthe von $m\,ctg\,\alpha/_2$ gelten, wenn sie nur so gross sind, dass gemäss Gleichung 1h: $^1/_2\,(1 - 1/\cos\alpha)\sin 2\omega'$ gegenüber $m\,tg\,\alpha\,\sin\omega'$ d. i. $\cos\omega'$ gegenüber $m\,ctg\,\alpha/_2$ verschwindet. Diese Voraussetzung sei erfüllt, wenn wir z. B. $m\,ctg\,\alpha/_2 = 100$ wählen, d. i. gemäss Gleichung 3 etwa das 5000-fache des $\cos\omega'$.

Da nun

$$tg\,\alpha = \frac{2\,tg\,\alpha/_2}{1 - tg^2\,\alpha/_2}$$

ist und wir den Nenner vernachlässigen dürfen, so wird dann:

$$m = 100\,.\,tg\,\alpha/_2 = 50\,tg\,\alpha,\ \text{also}\ d = m\,tg\,\alpha = m^2/50,$$

$$m = \sqrt{0{,}0003\,.\,50} = \sqrt{0{,}015} = 0{,}1225.$$

Hieraus finden wir

$$tg\,\alpha = \frac{0{,}1225}{50} = 0{,}00245$$

$$\alpha = 0^\circ\ 8'\ 25'',5.$$

Hier hat $e = m\,r$ ungefähr den Werth 1,8 *mm*, wenn r an dem Wanschaff-schen Apparat ungefähr 15 *mm* gross ist. Da $\angle\,\alpha$ dem m umgekehrt proportional ist, so erkennt man leicht, auf wie kleine Werthe $\angle\,\alpha$ durch noch weitergehende Vergrösserung von m reduzirt werden kann. Die geringsten Axenneigungen können also schon merkliche Drehungsfehler hervorrufen, wenn nicht die grösste

Sorgfalt auf die Anordnung des Mitnehmers verwendet wird; man muss also bestrebt sein, nicht nur e möglichst klein, sondern zur Sicherheit auch r möglichst gross zu wählen.

Ich gehe daran, die letzte praktische Folgerung aus den aufgestellten Gleichungen zu ziehen. Ich setze voraus, dass die Praxis in der Lage ist, die Umdrehungsfehler d_ω der Werkspindel für eine bestimmte Drehung ω der Normalschraube zu ermitteln. Dann sind wir im Stande, α genau zu berechnen und können demnach den Apparat korrigiren. Kennen wir nämlich m als proportional $tg\,\alpha/2$, also $m = k\,tg\,\alpha/2$, so wird für einen $\angle\,\omega$ der zugehörige Drehungsfehler

$$d_\omega = {}^1/_2\,(\cos\alpha - 1)\sin 2\,\omega - k\,tg\,\alpha/2\;tg\,\alpha\sin\omega.$$

Nun ist

$$tg\,\frac{\alpha}{2} = \frac{1-\cos\alpha}{\sin\alpha},\ \text{also}\ tg\,\frac{\alpha}{2}\,tg\,\alpha = 1-\cos\alpha,\ \text{folglich}$$

$$d_\omega = (1-\cos\alpha)\,(-{}^1/_2\sin 2\,\omega - k\sin\omega),\ \text{und}$$

5)
$$\cos\alpha = 1 + \frac{d_\omega}{{}^1/_2\sin 2\,\omega + k\sin\omega}.$$

Kann ich also im allgemeinen d_ω für einen beliebigen $\angle\,\omega$ bestimmen, dann ist mir $\angle\,\alpha$ bekannt. Eine Zahl k kennen wir leider nur für den Fall doppelter Maxima und Minima. Dann ist nämlich nach Gleichung 2:

$$m = -\cos\omega^\circ\,tg\,\alpha/2,\ \text{also}\ k = -\cos\omega^\circ.$$

Man stelle daher ω° durch Beobachtung fest, dann bestimme man d_{90} für $\omega = 90^\circ$ und erhält:

5a)
$$\cos\alpha = 1 - \frac{d_{90}}{\cos\omega^\circ};\ \text{d. i. da}$$

d_{90} und $\cos\omega^\circ$ stets gleiches Vorzeichen haben, ein stets reeller Werth.

Ist aber ω° selbst $= 90^\circ$, also $m = 0$, dann bestimme man d_{45} und erhält:

5b)
$$\cos\ \alpha = 1 + 2\,d_{45};\ \text{d. i. da}$$

d_{45} für $m = 0$ stets negativ ist, ein stets reeller Werth (vergl. die Kurven). Für den Fall eines einfachen Maximum und Minimum fehlt uns der Koeffizient k. Ich gebe daher im Folgenden zur Berechnung von α eine zweite Methode an, welche ganz allgemein giltig ist. Für d_{90} wird Gleichung 1b) zu $d_{90} = -m\,tg\,\alpha$.

Daher ergiebt sich:

$$d_\omega = \frac{1}{2}\,.\sin 2\,\omega - \frac{1}{2}\,\frac{\sin 2\,\omega}{\cos\alpha} + d_{90}\sin\omega.$$

6)
$$\cos\alpha = \frac{{}^1/_2\sin 2\,\omega}{{}^1/_2\sin.2\,\omega + d_{90}\sin\omega - d_\omega}.$$

Wähle ich z. B. $\omega = 60^\circ$ und bestimme d_{90} und d_{60}, so wird allgemein:

$$\cos\alpha = \frac{\frac{1}{4}\sqrt{3}}{\frac{1}{4}\sqrt{3} + d_{90}.\frac{1}{4}\sqrt{3} - d_{60}} = \frac{1}{1 + d_{90} - 2{,}3\,d_{60}}.$$

Da $d_{90} - 2{,}3\,d_{60}$ eine sehr kleine Zahl ist, so kann ich auch schreiben:

6a)
$$\cos\alpha = 1 - (d_{90} - 2{,}3\,d_{60}).$$

Da beide Fehler gleichzeitig positiv oder negativ sind, und im ersteren Falle $d_{90} > d_{60}$, im letzteren $d_{60} > d_{90}$ ist (siehe die Kurven), so ist $\cos\alpha$ ein stets reeller Werth. (Schluss folgt.)

Apparat zur Bestimmung der magnetischen Eigenschaften des Eisens in absolutem Maass mit direkter Ablesung, von Siemens & Halske.[1]

Von
Dr. A. Koepsel in Berlin.

Das weitgehende Interesse, welches man jetzt allerseits den magnetischen Eigenschaften des Eisens zuwendet, hat dazu geführt, dass auf diesem Gebiete in letzter Zeit viel gearbeitet werden ist, und es ist eine Reihe von Apparaten entstanden, welche die auf diesem Gebiete nothwendigen Messnngen, die für die Technik meistens zu umständlich und delikat sind, in möglichst einfacher Weise ermöglichen sollen. In vielen Fällen handelt es sich in der Technik nur um die Vergleichung verschiedener Eisensorten und es ist dann keine besonders schwierige Aufgabe, solche Apparate, die einfach zu handhaben sind, herzustellen.

Ich selbst habe vor drei Jahren einen solchen Apparat im Auftrage der Firma Siemens & Halske konstruirt, der im Wesentlichen aus zwei festen Drahtrollen *R*, *R* (Fig. 1) und einer beweglichen *r* besteht. In die festen Rollen kommen die zu untersnchenden Eisenproben, welche von einem durch diese Rollen hindurchgeleiteten Strom so magnetisirt werden, dass die einander gegenüberstehenden Enden entgegengesetzte Pole erhalten, sodass zwischen diesen Enden ein kräftiges Feld entsteht. In diesem Felde ist die stromführende Spule *r* drehbar aufgehängt, sodass ihre Axe senkrecht auf der Richtung des magnetischen Feldes steht. Die durch das Feld hervorgebrachte Drehung wird durch eine Torsionsfeder gemessen. Die Torsionswinkel sind der Stärke des Feldes proportional.

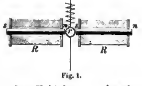


Fig. 1.

Da dieser Apparat aber wegen der hohen entmagnetisirenden Wirkung der angewendeten kurzen Stäbe zu absoluten Messungen ungeeignet ist, in neuerer Zeit aber vielfach der Wunsch nach einfachen absoluten Bestimmungen laut wurde, so unternahm ich es, diesen Apparat, weil derselbe nicht mehr auf der Höhe der Zeit stand, umzukonstruiren an der Hand der neuesten Forschungen, die ich theilweise benutzte, theilweise durch eigene Versuche bestätigt fand und, wo es mir nöthig schien, ergänzte. Ich steckte mir das Ziel, den eben beschriebenen Apparat, welcher bis jetzt nur zu vergleichenden Untersuchungen brauchbar war, auch für absolute Messungen nutzbar zu machen und zwar so, dass diese Messungen auch von einem ungeübten Beobachter ausgeführt werden können.

Das Prinzip des Apparates ist im Wesentlichen dasselbe geblieben, nur die Methode ist geändert, und ich habe die jetzt fast allgemein übliche Jochmethode als am meisten Aussicht auf Erfolg versprechend adoptirt.

Da aber ein geschlossenes Joch nur die ballistische Messung erlaubt, so musste von vornherein auf ein solches verzichtet werden, und es entstand die Frage, ob man mit einem durchschnittenen magnetischen Kreise Resultate erhalten könne, die wenigstens einen Rückschluss anf die mit einem vollständig geschlossenen magnetischen System erhaltenen gestatteten, sodass letztere auf leichte Weise aus den ersteren abgeleitet werden konnten. Es wurde daher znnächst untersucht,

[1]) Nach einem Vortrage, gehalten in der Sitzung des Elektrotechnischen Vereins (*Elektrotechn. Zeitschr.* **15.** *S. 214. 1894*) vom Herrn Verfasser eingesendet.

wo in dem geschlossenen System am zweckmässigsten der Schnitt gemacht werden könne, um die Magnetisirungskurven möglichst unverfälscht zu erhalten.

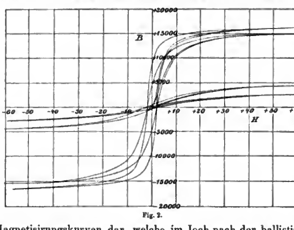


Fig. 2.

Ein Schnitt durch die zu untersuchende Probe selbst erwies sich als vollkommen unzweckmässig, da selbst bei festem Zusammenpressen der auseinandergeschnittenen Stücke sich schon eine bedeutende Veränderung der Magnetisirungskurve zeigte. In Fig. 2 stellen die Kurven 1 bis 4 die Magnetisirungskurven dar, welche im Joch nach der ballistischen Methode erhalten wurden mit einer schmiedeeisernen Stange von 6 *mm* Durchmesser und zwar:

1. bei undurchschnittener Stange,
2. bei durchschnittener Stange, als die Schnittflächen fest aneinandergepresst waren,
3. als die Schnittflächen 1,3 *mm* von einander entfernt waren,
4. bei einer Entfernung der Schnittflächen von 2,5 *mm*.

Ein durch das Joch selbst geführter Schnitt ergab indessen eine viel geringere Veränderung, wie in Fig. 3 die Kurven 1 bis 3 zeigen, welche die Magnetisirungs-

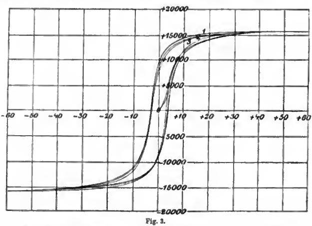


Fig. 3.

kurven einer ebensolchen Stange bei geschlossenem und durchschnittenem Joch darstellen und zwar:

1. bei undurchschnittenem Joch,
2. bei durchschnittenem Joch, als die Schnittflächen fest aneinandergepresst waren,

3. als die Schnittflächen 1 *mm* von einander entfernt waren.

Da nun das Joch einen etwa 100-mal grösseren Querschnitt besass als die Probe, so war der magnetische Widerstand dieses Schnittes auch 100-mal kleiner als der des ersteren. Es kam also darauf an, diesen Widerstand möglichst klein zu machen, d. h. den Querschnitt des Joches im Verhältniss zu dem der Probe möglichst gross. Um nun bei gegebenem Querschnitt der Probe dies Verhältniss möglichst gross zu machen, gestaltete ich das Joch zu einem Rotationskörper um, den man sich so entstanden denken kann, dass sich das Joch um die Probe als Axe dreht. Magnetisirungsspule und Probe kommen dann ganz innerhalb des Joches zu liegen. Es zeigte sich hierbei (Fig. 4), dass bei den vollständig zusammengepressten Zylindern zwar immer noch eine Abweichung von der Gestalt der wirklichen, im geschlossenen Joch erhaltenen Magnetisirungskurve 1 vorhanden war; dass aus dieser (Kurve 2) aber die wirkliche durch das Scherungsverfahren sehr genau abgeleitet werden konnte. Ja noch mehr; ein Luftzwischenraum zwischen beiden Zylindern von 1 bis 5 *mm* veränderte die Gestalt und Lage der Kurve nicht wesentlich, wie die Kurven 3 und 4 (Fig. 4) zeigen.

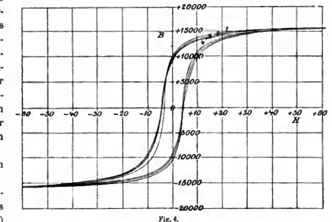


Fig. 4.

Ein Luftzwischenraum von 5 *mm* genügte aber vollkommen, um in denselben eine flachgewickelte stromführende Spule einzuführen, welche erlaubte, mit einer Torsionsfeder ausgestattet, den magnetischen Zustand des Joches und damit den des Probestabes genau in derselben Weise zu ermitteln, wie dies in dem ursprünglichen Apparat ohne Joch geschah, jedoch mit dem Unterschied, dass jetzt die Angaben des Apparates mit grosser Annäherung die absoluten Werthe der Magnetisirung darstellten.

Indessen zeigte sich, dass diese Spule wegen ihrer kleinen Windungsfläche ein nur geringes Drehungsmoment besass; es musste daher ein Weg gefunden werden, diese Windungsfläche zu vergrössern, ohne den Luftzwischenraum grösser zu machen. Dies wurde dadurch erreicht, dass zwei Schnitte durch das Joch geführt wurden, und um die Oberfläche noch grösser und damit den magnetischen Widerstand noch kleiner zu machen, wurden diese Schnitte so geführt, dass die Schnittflächen nicht Ebenen, sondern Zylinderflächen waren, zu welchem Zweck ich wieder auf das ursprüngliche einfache Joch zurückgriff. Damit war aber zugleich die Torsionsfeder entbehrlich geworden, da jetzt die Form der Spule ebenfalls zylindrisch gemacht werden konnte, und der Apparat wurde so zu direkten Ablesungen geeignet.

Dieser Apparat ist es, welchen ich hier beschreiben will. Das Joch J (Fig. 5) ist an der Stelle A ausgedreht und das ausgedrehte Stück durch einen weichen Eisenzylinder C ersetzt, welcher einen 2 *mm* kleineren Durchmesser besitzt als die Ausbohrung; in dem hierdurch entstandenen zylindrischen Luftzwischenraum von 1 *mm* Dicke ist die zwischen Spitzen gelagerte Spule S drehbar angeordnet, welche von einem durch Palladiumfedern zugeleiteten konstanten Strome von der Grössenordnung 0,01 A durchflossen wird. Die prismatischen Oeffnungen oo des Joches dienen zur Aufnahme der zu untersuchenden Proben, welche sowohl Stabform als auch Blechform haben können; dieselben werden mittels der Schrauben v und passender Einsatzstücke festgeklemmt. Die Probe ist von der Magnetisirungsspule R vollkommen umgeben. Die letztere wird so gewickelt, dass die magnetisirende Kraft durch Multiplikation des magnetisirenden Stromes in *Ampère* mit 100 erhalten wird.

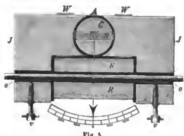


Fig. 5.

Sollte nun der Apparat für jedes beliebige Eisen die durch den Probestab gehenden Kraftlinien in absolutem Maass direkt anzeigen, so dürfte die Wirkung der Magnetisirungsspule allein auf das Joch nicht zu gross sein, da sonst die Zahl der von der Spule ohne Probe im Joch hervorgerufenen Kraftlinien im Vergleich zu der mit der Probe erhaltenen nicht vernachlässigt werden konnte; auch durfte die Probe aus demselben Grunde nicht zu kleinen Querschnitt erhalten.

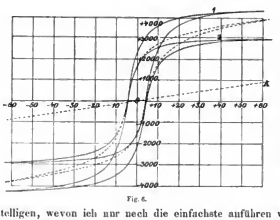


Fig. 6.

Um diesen Mangel zu beseitigen, wurden die im Joch durch die Spule ohne Probe hervorgerufenen Kraftlinien durch auf das Joch aufgewickelte Windungen WW (Fig. 5), die der Spule entgegenwirken und mit ihr in Hintereinanderschaltung verbunden sind, kompensirt. Diese Kompensation lässt sich auch noch auf mannigfaltige andere Weise bewerkstelligen, wovon ich nur noch die einfachste anführen will, welche darin besteht, dass die Magnetisirungsspule mit einem passenden Eisenmantel bedeckt wird.

Zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit des Apparates und zur Aichung desselben wurden nun zunächst sorgfältige ballistische Beobachtungen gemacht und zwar in der Mitte der Probestange und in der Mitte des Joches, und es zeigte sich (Fig. 6), dass die durch erstere Beobachtungen erhaltene Kurve 1 aus der durch die letzteren erhaltenen Kurve 2 durch einfache Multiplikation der Ordinaten (gesammte Kraftlinienzahl) mit einem konstanten Faktor (in diesem Falle 1,47), dem Streuungskoëffizienten, mit sehr grosser Annäherung hergeleitet werden konnte.

Die punktirte Kurve stellt die Werthe dar, welche thatsächlich in der Mitte des Joches erhalten werden, wenn die Wirkung der Spule auf das Joch *o A* nicht in Abzug gebracht wird. Dieser Koeffizient war für Schmiedeeisen wie für Gusseisen (Fig. 7) der gleiche und es war daher möglich, den Apparat so zu aichen, dass er für verschiedene Eisensorten direkt die durch die Einheit des Querschnittes gehenden Kraftlinien anzeigt.

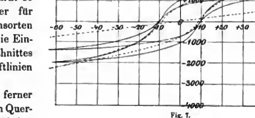
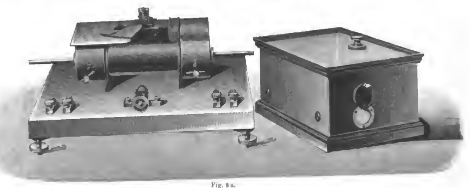


Fig. 7.

Es wäre ferner gleichgiltig, welchen Querschnitt der Probestab besitzt; denn wenn man die für die Einheit des Querschnittes erforderliche Stromstärke in der beweglichen Spule bestimmt hat, für welche der Apparat geaicht ist, so würde man die für irgend einen anderen Querschnitt erforderliche Stromstärke durch Division der ersteren durch den Querschnitt des Probestabes erhalten; eine Operation, die nur einmal auszuführen ist. So giebt der Apparat immer die durch die Querschnittseinheit des Probestabes gehenden Kraftlinien direkt an.

Hierbei ist jedoch die Voraussetzung gemacht, dass der Widerstand des Joches gegen den des Stabes verschwindet. Da diese Voraussetzung indessen bei dem Apparat nicht ganz zutrifft, so existirt zwischen der Stromstärke in der beweglichen Spule und dem Querschnitt der Probe keine genaue proportionale Beziehung und es wird dem Apparat eine Kurve beigegeben, welche diese Beziehung in jedem einzelnen Falle graphisch leicht zu bestimmen gestattet.


Fig. 8 a.

Die so erhaltenen Resultate werden für die meisten Zwecke der Technik genügen. Die in einem vollständig geschlossenen Joch erhaltenen absoluten Werthe weichen jedoch von den mit dem Apparat erhaltenen noch um einige Prozent ab, doch lassen sich jene aus diesen durch ein einfaches Scherungsverfahren herleiten, bei welchem die Scherungslinie bis etwa 12000 C. G. S. als Gerade betrachtet

werden kann. Für höhere Magnetisirungswerthe ist die Scherungslinie, wie auch beim Du Bois'schen Apparate, gekrümmt und kann bei jedem Apparat ein für allemal bestimmt werden.

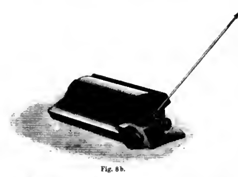


Fig. 8b.

Um indessen die Scherungslinie auch für höhere Werthe der Magnetisirung zu einer Geraden zu machen, wurde die durch die Spule im Joch allein hervorgebrachte Magnetisirung durch Verminderung der oben erwähnten Kompensationswindungen etwas unterkompensirt, wodurch die mit dem Apparat erhaltene Kurve etwas gehoben wird, was in der That bewirkte, dass die Scherungslinie auch für höhere Magnetisirungen eine Gerade blieb. In diesem Falle muss die Probe aber einen vorgeschriebenen Querschnitt besitzen. Der ganze Apparat ist in Fig. 8a, der Eisenzylinder in Fig. 8b in perspektivischer Ansicht abgebildet.

Um zu untersuchen, welche Vortheile die weitere Verminderung des Luftwiderstandes gewährt, habe ich noch einen anderen Apparat anfertigen lassen, in welchem der ausgebohrte Theil des Joches durch einen Nutenanker ersetzt ist, wobei der Luftzwischenraum auf 0,05 *mm* reduzirt ist. Der Zustand der Magnetisirung des Probestabes soll durch Spannungsmessung an dem mit konstanter Tourenzahl rotirenden Anker ermittelt werden. Diese Versuche sind indessen noch nicht abgeschlossen.

Um nun einen Begriff von der Uebereinstimmung des Apparates mit den absoluten Werthen zu geben, will ich hier einige Kurven abbilden, welche durch das einfache Scherungsverfahren auf absolutes Maass reduzirt sind.

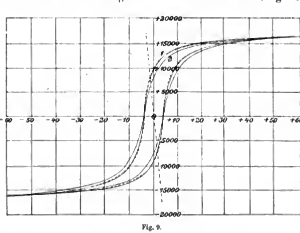


Fig. 9.

In Fig. 9 ist die ausgezogene Kurve 1 die im geschlossenen Joch an einer schmiedeeisernen Stange ballistisch ermittelte, die Kurve 2, die von dem unterkompensirten Apparat erhaltene und die gestrichelte die durch eine gerade Scherungslinie aus letzterer sich ergebende.

Fig. 10 zeigt dasselbe für eine gusseiserne Stange von demselben Querschnitt Fig. 11 für Bleche.

Die ballistischen Messungen wurden mit Hilfe eines astatischen Spiegelgalvanometers ausgeführt, dessen Konstante vor jedem Versuch mit einem Normalkondensator kontrolirt wurde.

Entladet man nämlich einen Kondensator durch ein Galvanometer, so ist der Ausschlag

$$\alpha = C\,V \text{ konst.},$$

wo C die Kapazität des Kondensators, V die E.M.K., mit welcher er geladen wurde, und konst. die Galvanometerkonstante bedeutet.

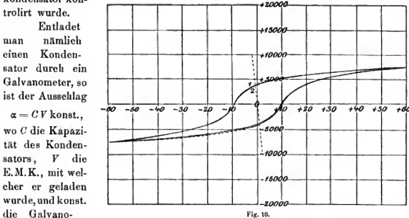


Fig. 10.

Verbindet man die Enden einer Drahtschleife von 1 cm^2 Windungsfläche mit den Klemmen desselben Galvanometers und schickt durch die Drahtschleife B Kraftlinien, so ist der Ausschlag

$$\alpha_1 = \frac{B}{W} \text{ konst.},$$

wo W den Widerstand des gesammten Stromkreises bezeichnet, da der zeitliche Verlauf des Induktionsstromes derselbe ist, wie der des Ladungsstromes.

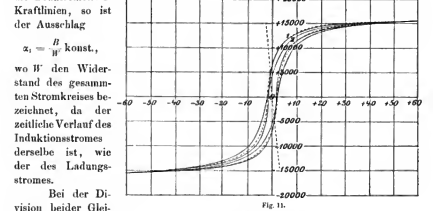


Fig. 11.

Bei der Division beider Gleichungen fällt die Galvanometerkonstante heraus und man erhält

$$B = C\,V\,W \frac{\alpha_1}{\alpha}.$$

Wird C in Mikrofarad, V in *Volt* und W in *Ohm* ausgedrückt, so ist in C. G. S.

$$B = 10^2\,C\,V\,W \frac{\alpha_1}{\alpha}.$$

Auf die Dämpfung braucht man hierbei keine Rücksicht zu nehmen, so lange die Ausschläge der angewendeten E. M. K. des Kondensators proportional bleiben. Wohl aber bedingt die Selbstinduktion eine Korrektion, da man es in dem einen Falle mit einem offenen, im anderen mit einem geschlossenen Stromkreis zu thun hat. Man thut daher gut, ein Galvanometer mit kleiner Windungszahl oder grossem induktionslosen Vorschaltwiderstand zu wählen.

Ueber ein Quecksilberthermometer mit Fernbeobachtung durch elektrische Uebertragung.

Von Dr. M. Eschenhagen in Potsdam.

Das Problem, die Temperaturbeobachtung eines entfernten Ortes nach einer beliebigen Beobachtungsstation auf elektrischem Wege zu übertragen, ist mannigfach zu lösen versucht worden, jedoch hat keine der bisherigen Methoden eine grössere Verbreitung in der Praxis gefunden. Zum Theil lag dies wohl daran, dass die gegen Temperaturänderungen empfindlichen Körper entweder Metallthermometer (Kompensationsspiralen) oder Luftthermometer oder auch Widerstandssätze waren, an denen keine direkte Temperaturbestimmung möglich ist, bei denen vielmehr die Kontrolbeobachtung erst durch Vergleiche mit dem Quecksilberthermometer gewonnen wird. Andererseits ist für technische Zwecke eine Fernbestimmung der direkten Temperaturangaben eines Quecksilberthermometers dadurch ermöglicht worden, dass an bestimmten Stellen der Thermometerröhre metallene Kontakte eingeschmolzen wurden, so dass beim Steigen der Quecksilbersäule bis zu einem Kontakt ein Stromschluss erfolgte. Gewöhnlich ist dies nur mit zwei oder drei Kontakten versucht, um Warnungssignale zu geben, wenn bestimmte Extremtemperaturen erreicht wurden; ein Versuch, auf diese Weise eine Reihe von aufeinanderfolgenden ganzen Graden in die Ferne zu übertragen, muss mindestens ein komplizirtes Leitungssystem bedingen, ohne doch eine für wissenschaftliche Zwecke nöthige Präzision zu erzielen.

Im Nachfolgenden wird eine einfache Methode beschrieben, wie man mit Hilfe eines Telephons die Temperatur eines mit besonderen Einrichtungen versehenen Quecksilberthermometers auf beliebige durch Drahtleitungen erreichbare Entfernungen übertragen kann, ohne grössere Fehler als etwa 0°,1 C. zu machen, was den Schätzungsfehlern beim Ablesen der Thermometer entsprechen würde.

Denkt man sich durch das Rohr eines Quecksilberthermometers einen sehr dünnen Platindraht gezogen, der vom untersten Ende des Gefässes bis zur Spitze der Röhre geht und an beiden Enden eingeschmolzen ist, so ist klar, dass der Widerstand dieser metallenen Leitung im wesentlichen von der Länge des freien Platindrahtes, also auch des Quecksilberfadens abhängig sein wird, vorausgesetzt, dass der Querschnitt des Platindrahts sehr viel kleiner als der des Quecksilberfadens ist. Denn ist l_1 die Länge der Quecksilbersäule, q_1 ihr Querschnitt, und $\varkappa_1$ das spezifische Leitungsvermögen des Quecksilbers, so ist der Widerstand der Quecksilbersäule $W_1 = l_1 / \varkappa_1 q_1$, und analog für den Platindraht $W_2 = l_2 / \varkappa_2 q_2$, und der Gesammtwiderstand ist $W = W_1 + W_2 = l_1 / \varkappa_1 q_1 + l_2 / \varkappa_2 q_2$. Steigt das Thermometer um das Stück Δl, so wird l_1 um dasselbe Stück grösser, um welches l_2 vermindert wird, und die Widerstandsänderung ΔW ergiebt sich: $\Delta W = \Delta l (1 / \varkappa_1 q_1 - 1 / \varkappa_2 q_2)$; sie ist also der Standänderung der Quecksilbersäule direkt proportional.

Benutzen wir z. B. eine Thermometerröhre von 1 *qmm* Querschnitt und einen Platindraht von 0,03 *mm* Durchmesser, so ergiebt sich unter Einsetzung der entsprechenden Werthe von $\varkappa_1 = 1$, $\varkappa_2 = 7$ ein Betrag von $\Delta W = -199\,\Delta l$. Nun ist für die Länge von 1,06 *m* der Quecksilbersäule der Widerstand = 1 *Ohm*, also für 1 *mm* $W = 1/1060$; wir erhalten also die Widerstandsänderung in *Ohm*, für Δl in *mm* ausgedrückt: $\Delta W = 199/1060$ *mm* $= 0{,}188$ *Ohm*, eine Grösse, die auch durch

einfache Messmethoden (Telephon) leicht bis zum zehnten Theil ihres Betrages bestimmbar ist.

Für die praktische Verwendung bei Bestimmung von Temperaturen, — wenn also die Länge der Quecksilbersäule durch die Temperaturänderungen bedingt wird, — gewinnen noch eine Anzahl von Punkten Einfluss, die entweder in etwaigen anderweiten Widerstandsänderungen im Thermometer, oder in Widerstandsänderungen in der Leitung nach der entfernten Beobachtungsstelle bestehen. Letztere werden eliminirt, wie weiterhin gezeigt wird, erstere werden durch die Messmethode selbst bestimmt.

Einmal ist nämlich zu berücksichtigen, dass durch die Wärme auch die Leitungsfähigkeit der beiden Metalle — Quecksilber und Platin — verschieden modifizirt wird, und dadurch das Gesetz der Proportionalität von Widerstand und Steighöhe dahin abgeändert wird, dass für höhere Temperaturen der Widerstand des Platins nicht unerheblich grösser wird. Dadurch würde der einfache Proportionalitätsfaktor sich mit der Steighöhe langsam ändern, was wiederum durch eine Aichung des Apparates bezw. durch Berücksichtigung eines quadratischen Gliedes hinreichend bestimmt wird. Eine zweite Fehlerquelle liegt in dem Umstande, dass durch den zum Messen des Widerstandes verwendeten Strom die Metalle, insbesondere der feine Platindraht erwärmt wird; dadurch wird sowohl sein Widerstand geändert, als auch durch Leitung nach dem Quecksilber dieses zum Steigen gebracht.

Da der gesetzmässige Ausdruck für den Endzustand wegen der Ableitung der Wärme nach den umgebenden Medien nur unvollkommen zu ermitteln ist, so schien es richtiger, die Frage praktisch zu prüfen.

Bei dem weiterhin zu beschreibenden Apparat konnte auch bei längerem Stromschluss (1 bis 2 Minuten) eine Aenderung der Steighöhe des Quecksilbers nicht bemerkt werden, ein Zeichen, dass weder die eigene Erwärmung des Quecksilbers, noch eine Zuleitung vom Platindraht von Belang waren.

Wurde nun zur Messung des Widerstandes ein empfindliches Galvanometer benutzt, so ergab sich, dass eine Widerstandsbestimmung über die oben angedeutete Grenze hinaus, also genauer als etwa 0,01 *Ohm*, nicht rathsam erschien, sobald keine Nullmethode angewendet wurde und längerer Stromschluss erforderlich war. Es traten nach verschieden langem Stromschluss kleine Differenzen im Ausschlag ein, so dass man für Fälle, wo die höchste Präzision erzielt werden soll, nur momentanen Schluss verwenden darf. Begnügt man sich aber mit der für die meisten Fälle ausreichenden Genauigkeit von $^1/_{10}$ bis $^1/_{20}$ Grad in der Temperaturbestimmung, wozu also in unserem Falle eine Widerstandsbestimmung von 0,02 bis 0,01 *Ohm* gehört, so kann man an Stelle des Galvanometers das Telephon und eine Nullmethode anwenden, wie wir weiterhin ausführen werden.

Die zweite wesentliche Schwierigkeit, die Aenderungen des Widerstandes der Leitung, werden in folgender Weise gehoben. Man legt neben die Thermometersäule eine zweite Glasröhre von gleichem Kaliber, durch welche ein Platindraht von gleicher Stärke gezogen ist, der eine Länge besitzt gleich der Thermometerröhre ohne Gefäss, wie sie etwa bei niedrigen Temperaturen vom freien Draht im Thermometer erreicht wird. Die Widerstände dieser beiden Drähte werden nun am Beobachtungsorte verglichen, am zweckmässigsten wohl durch eine einfache Brückenschaltung mit Nullmethode, indem man dem Thermometerdraht soviel Widerstand zulegt, bis derselbe gleich dem des Vergleichsdrahtes

wird. Die Grösse des hinzugelegten Widerstandes entspricht dann der Länge des Quecksilberfadens, sobald der Ton im Telephon verschwindet oder das Galvanometer keinen Ausschlag giebt. Die vier Zuleitungsdrähte vom Beobachtungsort nach dem Thermometer müssen so nahe gelegt werden, dass alle äusseren Einflüsse, z. B. Sonnenbestrahlung, gleichmässig auf sie wirken; alsdann gehen etwaige Widerstandsänderungen in beide Stromkreise ein und das Endresultat bleibt unbeeinflusst. Auch die oben besprochenen Einflüsse der Temperatur auf den Platindraht werden durch diese Einrichtung zum Theil kompensirt. (Um die Anschlüsse möglichst unverändert zu bewahren, wird man gut thun, die Drähte anzulöthen.) Die Anordnung zeigt die schematische Darstellung in Fig. 1. TT ist das Thermometer mit durchgezogenem Platindraht, T_1T_1 der Vergleichsdraht (in der Ausführung etwa 42 *Ohm*), $ABCD$ eine Wheatstone'sche Brücke, in der zwischen A und D sowohl wie zwischen A und B je 40 *Ohm* Widerstand liegen. Zwischen D und C ist der Vergleichsdraht, zwischen B und C der Thermometerdraht und eine Reihe von Zusatzdrähten nebst Gleitdraht eingeschaltet. G ist das Galvanometer bezw. Telephon, E die Batterie.

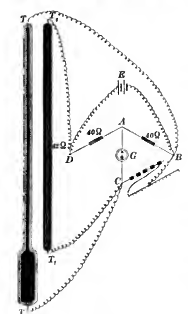


Fig. 1.

Bei dem auf Veranlassung des Meteorologisch-Magnetischen Observatoriums in Potsdam von R. Fuess ausgeführten Apparat befindet sich das Thermometer nebst dem Vergleichswiderstand in einer Hartgummifassung FG (Fig. 2), an welcher die vier Polklemmen $abcd$ sitzen. Der Platindraht hat den Durchmesser von 0,03 *mm*. Das Thermometerrohr hat einen Querschnitt von 1 *qmm*, und einer Wärmeänderung von 1° C. entspricht eine Steighöhe von fast genau 1 *mm*. Es war, um dies zu erreichen, ein ziemlich grosses Quecksilbergefäss nöthig, wodurch dieses Versuchsinstrument zur Bestimmung von Lufttemperaturen nicht sehr geeignet ist, ein Umstand, der indess für die Brauchbarkeit der Methode nicht von Belang ist. Die oben abgeleiteten Formeln zeigen, dass der Querschnitt mindestens auf den vierten Theil und damit auch die Grösse des Gefässes wesentlich reduzirt werden kann. Der Einfluss von Kapillaritätswirkungen an dem durch das Quecksilber gezogenen, in der Mitte der Röhre liegenden Draht konnte selbst mit der Lupe nicht konstatirt werden. Von $abcd$ führen vier Drähte[1]) nach der Beobachtungsstation an die für den vorliegenden Zweck konstruirte, von O. Wolff in Berlin gearbeitete Messbrücke $ABCD$ (Fig. 2). Die Einrichtung derselben wurde so getroffen, dass sowohl Galvanometer als Telephon (bei H anzulegen) benutzt werden kann. Als Stromquelle genügten ein bis zwei Elemente Leclanché-

[1]) Die Drähte, welche von T und T_1 nach C (Fig. 1) laufen, lassen sich bereits am Thermometer verbinden, so dass man im Ganzen nur drei Leitungen braucht.



Barbier. (Zuleitung bei J nach dem Induktionsapparat in der Figur nicht sichtbar.) Die beiden gleichen Widerstände von je 40 *Ohm* befinden sich am rechten Ende der Reihe bei K, während bei w beginnend fünf gleiche Widerstände zu je 2,5 *Ohm* liegen (mit den Zahlen 1 bis 5 fortlaufend von links nach rechts bezeichnet). Ein Gleitdraht auf vertikal stehender Skale mn mit Millimetertheilung sowie Index i mit Schraubenbewegung ist an diese Reihe angeschlossen. Der Draht besteht aus

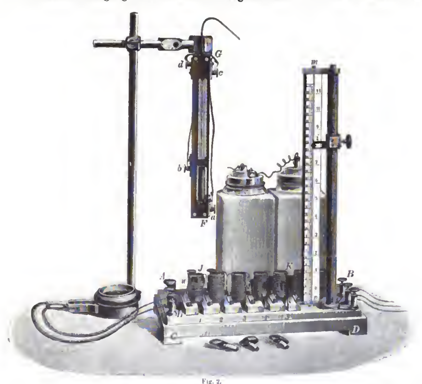


Fig. 2.

Konstantan, einer Legirung, die gegen Temperatur nahezu unempfindlich ist; die Drahtlänge von 30 *cm* entspricht ungefähr einem Widerstande von 3 *Ohm*. Die Wahl der Widerstände ist eine solche, dass durch Einschalten je eines der fünf Zusatzwiderstände eine Temperatursteigerung von 10° C. oder richtiger die entsprechende Längenänderung des freien Platindrahtes im Thermometerrohr kompensirt wird. Auf der Skale des Gleitdrahtes ist nun die entsprechende Länge von 10° — 250 *mm* in 10 Theile — nach empirischer Bestimmung getheilt, es zeigte sich, dass für diese Intervalle das Gesetz der Proportionalität angenommen werden konnte. Jeder Grad des Thermometers entspricht also auf dem Gleitdraht einer Länge von 25 *mm*, sodass, da die Stellung des Index beim Verschwinden des Tons im Telephon bis auf 1 *mm* sicher ist, erforderlichen Falls noch $^1/_{20}$° abgelesen werden kann. Von 10 zu 10° schaltet man einen der Widerstände ein oder aus, je nach Bedarf, und schraubt dann den Index des Gleitdrahtes entsprechend zurück. Man liest so die Zehner der Grade an den Stöpselnummern ab und beobachtet die einzelnen

Grade nebst Bruchtheilen am Index des Gleitdrahtes. Es ist noch zu bemerken, dass die Theilung des Quecksilberthermometers — die sich zur Vermeidung von Parallaxe doppelt auf Vor- und Rückseite einer vor dem Thermometerrohr liegenden Glasplatte sich befindet — eine einfache Millimetertheilung mit willkürlicher Bezifferung ist, lediglich aus dem Grunde, um das Instrument, das als erster Versuch zu betrachten ist, nicht überflüssig zu vertheuern. Bei der Prüfung des Instruments wurde ermittelt, dass der Eispunkt bei 18°,15 lag, sowie, dass jedem Skalentheil ein Grad Celsius entsprach.

Nachdem eine erste Prüfung zur genäherten Bestimmung der Skale mit Hilfe eines gewöhnlichen Widerstandskastens erfolgt und nach deren Ergebniss die beschriebene Messbrücke konstruirt war, wurde zur Aichung und Skalenwerthbestimmung eine Reihe von Beobachtungen angestellt, bei welchen das Thermometer durch Eintauchen in eine Kältemischung (Geschabtes Eis und Kochsalz) bezw. Wasser von verschiedenen Temperaturen auf verschiedene zwischen $-15°$ und $+40°$ C. (5° und 60° der willkürlichen Skale) liegende Wärmegrade gebracht wurde. Die Beobachtung erfolgte in der Weise, dass das Thermometer und die Messbrücke möglichst gleichzeitig von zwei Beobachtern abgelesen wurden, und zwar wurden Gruppen von 5 bis 8 Messungen angestellt, bei denen die Temperatur sich möglichst wenig änderte, während von Gruppe zu Gruppe eine grössere Variation (5 bis 10°) eintrat. Im Folgenden geben wir unter t die beobachteten Temperaturen (Quecksilberhöhen), hingegen unter n die entsprechenden gemessenen Widerstände, welche sämmtlich auf die Millimetertheilung der Gleitdrahtskale bezogen sind, indem für jeden der eingeschalteten kleinen Zusatzwiderstände das entsprechende Stück des Gleitdrahtes in *mm* ausgedrückt eingesetzt wurde. Unter (n) sind die nach einer Ausgleichung berechneten Werthe des Widerstandes eingetragen, während die Spalte $R - B$ die Differenzen $(n) - n$, also Rechnung *minus* Beobachtung giebt. Zu der Ausgleichung sei bemerkt, dass zuerst versucht wurde, den Skalenwerth α des Thermometers nach der Methode der kleinsten Quadrate abzuleiten, indem man aus den Beobachtungen Gleichungen von der Form bildete $n = k + \alpha t$. Es ergab sich für α der Werth 2,477. Da die Beobachtungen bei extremen Temperaturen 1 und 17, bei welchem vielleicht in Folge der Salzlösung sekundäre elektromotorische Erscheinungen aufgetreten sind, etwas herausfallen, und die Uebereinstimmung auch durch Einführung eines quadratischen Gliedes nicht verbessert wurde, so schien es zweckmässig, die erste Auflösung unter Auslassung jener zwei Gleichungen und der unsichern Beobachtung 7 zu wiederholen; dies lieferte den Werth $\alpha = 2{,}5046$ und $k = -8{,}22$, womit die Werthe (n) berechnet worden sind (s. Tabelle a. f. S.).

Der Vergleich von Rechnung und Beobachtung, Spalte $(R - B)$, zeigt in den in *mm* ausgedrückten Fehlern, von denen erst 25 einen Grad machen, systematische Abweichungen einzelner Gruppen von Werthen, wie man schon an dem Wechsel der Vorzeichen erkennt, die aber nur bei No. 1 und 17 den Betrag von 0,5° C. überschreiten. Das Zweckmässigste ist, eine graphische Darstellung der Grundlagen der Koeffizientenrechnung zu wählen, indem man die Temperaturen als Ordinaten und die zugehörigen n als Abszissen in ein Koordinatensystem einträgt. Man erkennt alsdann Folgendes: Die Temperaturen über 20° des Thermometers liegen fast genau in gerader Linie, ebenso die Temperaturen unter 20 in einer zweiten, die nicht genau die Fortsetzung der ersteren ist. Für die ersteren ergiebt sich als Faktor 2,57 *cm*, für die letzteren 2,22 pro Grad. Es scheint dies anzu-

No.	t	n	(n)	$R-B$	(k)	Δk
1	(4,0)° C.	6,3 *cm*	1,8 *cm*	(— 4,6) *cm*	— 2,6	— 0,5
2	18,1	38,8	37,2	— 1,6	— 1,4	+ 0,7
3	26,7	58,8	58,6	— 0,2	— 9,8	+ 1,2
4	32,5	72,4	73,1	+ 0,7	— 11,1	— 0,1
5	38,7	88,3	88,7	+ 0,4	— 11,2	— 0,2
6	49,6	115,4	116,0	+ 0,6	— 12,1	— 1,1
7	58,4	139,7	138,0	— 1,7	— 10,3	+ 0,7
8	(77,4)	188,3	187,8	(— 0,5)	— 10,6	+ 0,4
9	54,0	127,5	127,0	— 0,5	— 11,3	— 0,3
10	48,3	113,2	112,8	— 0,4	— 10,9	+ 0,1
11	43,3	100,4	100,3	— 0,1	— 10,9	+ 0,1
12	35,4	80,0	80,5	+ 0,5	— 11,0	0,0
13	32,0	70,6	72,0	+ 1,4	— 10,8	+ 0,2
14	23,9	50,4	51,6	+ 1,2	— 11,1	— 0,1
15	19,0	39,4	39,5	+ 0,1	— 2,8	— 0,7
16	15,4	32,1	30,4	— 1,7	— 2,1	— 0,1
17	(5,9)	11,7	6,6	(— 5,1)	— 1,8	+ 0,8

deuten, dass entweder die Kältemischungen bezw. Mischungen von Eis und Wasser ein etwas abweichendes Resultat ergeben als die Untersuchungen bei Temperaturen über 20°, bei denen das Thermometer in reines Wasser getaucht war. (Der Eispunkt des Thermometers liegt wie bemerkt bei 18°,15.) Das Richtigste dürfte es sein, die ganze Untersuchung in einem thermostatischen Raum anzustellen, wobei das Thermometer ständig in demselben Medium, z. B. Luft, bleibt. An der Realität der obigen Erscheinung kann nicht gezweifelt werden, wenn man die letzten Spalten k und Δk obiger Tabelle betrachtet, die man erhält, wenn die Werthe (n) mit den obigen Koeffizienten 2,22 und 2,57 berechnet und von n subtrahirt werden. Die wesentlich bessere Ausgleichung, die man für die zwei Gruppen erhält, zeigt sich in den geringen Schwankungen Δk der Werthe (k), für die sich im Mittel 2,1 bezw. 1,0 ergeben. Man ersieht hieraus, dass für jedes Instrument die Konstruktion einer empirischen Skale nothwendig ist. Es wurde in unserem Falle ausreichend erachtet, die Skale des Gleitdrahtes mit einer zweiten, empirischen Theilung, wie beschrieben, zu versehen, so dass 25 *mm* = 1° wurde, wobei es schliesslich erübrigt, entweder die genaue Abgleichung der Dekadenwiderstände nachträglich herzustellen, oder einfach Korrektionstabellen für jede Dekade aufzustellen. Seit jener Bestimmung, die am 19. Mai d. J. ausgeführt wurde, ist das Thermometer, welches sich auf der Nordseite des Gebäudes vor dem Fenster befand, drei Monate hindurch fast täglich bei extremen Temperaturen direkt mittels Fernrohr und indirekt mit der Messbrücke beobachtet worden, in der Absicht zu prüfen, ob etwa plötzliche oder allmälige Aenderungen in der Uebereinstimmung beider Skalen vor sich gehen. Das Resultat war, dass zunächst nach der Aufstellung eine allmälige, mehrere Tage dauernde Verschiebung des Nullpunktes eintrat, im Betrage von 0,5°; ferner trat einmal eine plötzliche Aenderung von etwa derselben Grösse ein, als die Anschlüsse nachgesehen und die Kontakte gereinigt wurden. Derartige Fehlerquellen müssen beim praktischen Gebrauch durch geeignete sichere, verlöthete Anschlüsse vermieden werden. Im übrigen zeigte der dreimonatliche Vergleich, dass Fehler von 0,1° C. mehrfach, von 0°,2 nur ganz selten vorkommen, wozu indess zu bemerken ist, dass am Quecksilberthermometer wegen des grossen

Meniskus leicht Schätzungsfehler von 0°,1 C. möglich sind, so dass schliesslich beim Vergleich keine höhere Genauigkeit zu erzielen ist. Vorausgesetzt wird natürlich, dass der Beobachter im Gebrauche der Messbrücke, insbesondere des Telephons geübt ist; alsdann erfordert die Bestimmung höchstens ¼ Minute.

Es dürfte nach diesen Ergebnissen, insbesondere, wenn eine Prüfung auf grössere Entfernungen des Thermometers vom Messapparat den gleichen Erfolg zeigt, mit dem vorliegenden Telethermometer ein Instrument gewonnen sein, das mancherlei Anwendungen in der Praxis wie in der Wissenschaft, z. B. Temperaturbeobachtung von Bergstationen, im Fesselballon, besonders aber von Tiefseetemperaturen, fähig ist. Mancherlei kleine praktische Vortheile ergeben sich bei der Konstruktion von selbst; so ist es zu empfehlen, den Induktionsapparat mit einer transportablen Batterie (Trockenelement) zu verbinden, den Widerstandssatz aber mit dem Telephon, so dass der ganze Apparat leicht tragbar gemacht werden kann. Ueber diese Vorschläge, sowie über Aichung des Apparates ist der Verfasser gern zu näherer Auskunft bereit.

Osenbrück's Konstruktion eines Phonautographen.

Von
R. Pensky in Berlin.

Von Herrn August Osenbrück in Bremen wurden der Redaktion mehrere Konstruktionsentwürfe zu einem Phonautographen vorgelegt, welcher vornehmlich dem Studium der bei der Sprache entstehenden kombinirten Schwingungskurven dienen soll. Ohne auf die Einzelheiten der Konstruktionen näher einzugehen, sollen im Folgenden die allgemeine Anordnung angegeben und die wesentlichen Neuerungen kurz beschrieben werden. Beabsichtigt wird durch die neue Konstruktion, bei Aufzeichnung der Kurven die Reibung thunlichst auszuschliessen und die photographische Uebertragung der gezeichneten Kurven zu ermöglichen.

Die Welle der Phonautographentrommel ruht, gegen axiale Verschiebungen gesichert, in zwei Lagern. Der dazwischenliegende Theil der Welle ist mit Gewinde von etwa 1,5 bis 2 *mm* Ganghöhe versehen. Durch dieses Gewinde erfolgt mittels eines mit Muttergewinde versehenen Armes die Verschiebung eines parallel der Welle geführten Schlittens, auf dem der Schallbecher mit Diaphragma und Schreibhebel justirbar angebracht ist. Ueber das eine der Lager hinaus ist die Welle verlängert und trägt hier die Trommel. Letztere wird von einem hohlen, an den Enden konisch ausgeschliffenen Glaszylinder gebildet, welcher sich zwischen zwei am Rande entsprechend konisch (unter einem Winkel von etwa 60°) abgedrehten Metallscheiben zur Welle laufend festklemmen lässt, zu welchem Ende die eine der Scheiben auf der Welle befestigt, die andere aber axial verschiebbar und mittels Mutter und Spiralfeder in die konische Vertiefung des Glaszylinders gepresst wird. Die Kurven werden in einer aufgeblakten Russschicht erzeugt und diese nachträglich durch aufgesprühte Schellacklösung fixirt. Der Zweck dieser Einrichtung ist, durch Umlegen von lichtempfindlichem Papier um den abgenommenen Zylinder und Belichtung desselben von innen her die Tonkurven, welche unter thunlichstem Ausschluss störender Reibung niedergeschrieben waren, behufs näheren Studiums dauernd zu fixiren und dann eventuell photographisch zu ver-



grössern. Die schallempfangende Membran, welche aus dünnem Glase oder einer Glimmerplatte hergestellt werden soll, steht senkrecht zur Wellenaxe. Die Mitte der Membran ist mit einem um eine Spitzenaxe drehbaren einarmigen Aluminiumhebel in Kontakt, dessen in eine Stahlspitze auslaufendes Ende deren Bewegungen in etwa $3^1/_2$facher Vergrösserung auf den Zylinder überträgt. Zur genauen und sicheren Anstellung der Schreibspitze an die Zylinderfläche sind die erforderlichen Stellorgane vorgesehen. Der Antrieb der Trommel erfolgt mittels Kurbel und Schnurübertragung von Hand oder mittels eines Motors.

Herr Osenbrück ist gern bereit, Mechanikern, welche sich mit Herstellung des Apparates befassen wollen, seine Konstruktionszeichnungen zur freien Verfügung zu stellen.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Präzisionsmechanik und Feinoptik auf der Kolumbischen Weltausstellung in Chicago 1893.

Von **B. Pensky** und Prof. Dr. **A. Westphal.**

(Fortsetzung und Schluss.)

In den *Vereinigten Staaten Nordamerikas* mit ihrem ungeheuren, noch wenig erschlossenen Ländergebiet haben Staats-, Gemeinde- und Privatbedürfnisse, die Forderungen des Verkehrs u. A. m. bereits seit geraumer Zeit einen ungemein grossen Bedarf an Vermessungsinstrumenten gezeitigt und verbürgen denselben noch für geraume Zeit in viel höherem Grade, als es bei uns der Fall ist. Hohe Zölle sorgten deshalb für Heranbildung einer einheimischen Industrie, fremde, fast ausschliesslich deutsche Mechaniker kamen ins Land und so entstand eine blühende Industrie, die mit Rücksicht auf die gleich zu erwähnenden Verhältnisse eine ganz selbständige Entwicklung genommen hat. Die Rücksicht auf die immerhin noch bestehende Konkurrenz des Auslandes, sowie auf die erstehende Konkurrenz im Inlande, ferner die hohen Lohnverhältnisse zwangen dazu, die deutschen und englischen Konstruktionstypen im Einzelnen derartig zu verändern, dass sie nicht nur den Anforderungen des Landes entsprachen, sondern auch sich mit möglichst geringen Kosten für Handarbeit herstellen liessen, ohne an Zweckmässigkeit einzubüssen. Nach dieser Richtung wird bei den geodätischen Instrumenten auf gute Modellirung Werth gelegt, damit der Rohguss gut herstellbar sei und mit möglichst geringer Bearbeitung in die verlangte Endform übergeführt werden kann, zugleich aber bei möglichster Festigkeit ein thunlichst geringes Gewicht erhalte. Ferner wird die Konstruktion des Instrumentes einem Spezialzweck möglichst angepasst, aber auch darauf beschränkt; dadurch wird alles Entbehrliche vermieden und die möglichste Einfachheit erzielt. Diese Beschränkung auf einen besonderen Zweck verdient besondere Beachtung gegenüber der bei uns mitunter vorherrschenden Neigung, ein einziges Instrument für die verschiedensten Aufgaben verwendbar zu machen, wodurch es an Uebersichtlichkeit und Handlichkeit verliert, und oft im Preise höher steigen kann wie mehrere Instrumente für je eine spezielle Aufgabe. Dies gilt natürlich vorzugsweise für die Vermessungsinstrumente für praktische Zwecke, Tracirung von Eisenbahnen u. dergl. m. In gleicher Weise werden hier lediglich die dem Zweck angemessenen Anforderungen an die Genauigkeit der Arbeit und die Abstufungen der Eintheilungen erstrebt, dabei aber Werth darauf gelegt, dass die Handhabung eines solchen Instrumentes möglichst einfach und bei Aufstellung, Benutzung und Verpackung des Instrumentes der Zeitaufwand möglichst gering sei. Als grundsätzliche Verschiedenheiten zwischen den amerikanischen und deutschen Instrumenten mögen hervorgehoben werden: die Anwendung des Justirstativs mit vier Schrauben und die Anwendung terrestrischer Fernrohre. Das Vier-Schraubenstativ, welches von England aus in dessen Kolonien und in Nordamerika Verbreitung fand, soll dem



daran Gewöhnten ein schnelleres Ausrichten ermöglichen; es gestattet ausserdem die Anwendung von Stativköpfen kleinen Umfanges und bequeme Befestigung auf diesen. Die Anwendung terrestrischer Fernrohre hängt wohl mit der schnellen Entwicklung der amerikanischen Verhältnisse zusammen, die es früher öfter noch als jetzt erforderlich machten, dass die einfacheren Messungsoperationen mit möglichst geringen Vorkenntnissen ausführbar sind, und es ist nicht zu verkennen, dass nach dieser Richtung das aufrechte Bild des terrestrischen Fernrohrs eine Schwierigkeit beseitigt, welche dem Anfänger die Umkehrung des Bildes im astronomischen Fernrohre bieten mag. Sehr nachahmenswerth erscheint ferner die Sorgfalt, welche auf möglichsten Schutz der stark beanspruchten Stellschrauben, sowie der empfindlicheren Theilungen gegen das Eindringen von Staub, sowie auf eine bequeme und zugleich äusserst sichere Lagerung der Instrumente in den Kästen verwendet wird. Diese Sorgfalt darf als ein weiteres Kennzeichen dafür gelten, dass die amerikanische Präzisionstechnik in der Detaildurchbildung ihrer Instrumente sorgfältigst selbst den scheinbar untergeordneten Bedürfnissen der Praxis entgegen zu kommen bemüht ist. Die drei letztgenannten Punkte sind in Amerika mit Rücksicht auf die Trockenheit des Landes zur Sommerzeit und auf die Plötzlichkeit und Heftigkeit, mit welcher dort Witterungsänderungen auftreten, ferner mit Rücksicht auf die grossen Entfernungen, über welche die Instrumentei m Allgemeinen — nicht immer auf den besten Wegen und mit den besten Beförderungsmitteln — zu transportiren sind, ungleich wichtiger als bei uns; ihre weitergehende Durchbildung würde jedoch auch hier von nicht unerheblichem Nutzen sein.

Auffallend ist, dass, während für möglichste Deutlichkeit derjenigen Ablesungen, welche nur untergeordnete Genauigkeit erfordern, wie z. B. von Schraubentrommeln, durch Wahl geeigneter Formen (z. B. Kegelflächen), Materialien (wie weisses Celluloid) und Strichstärken bestens gesorgt ist, nur in seltenen Fällen für die Ablesung der feineren Theilungen und Nonien die für Schonung der Augen des Beobachters so wichtigen festen Ablesungslupen Anwendung finden; es geschieht dies vielleicht deshalb, weil die Anwendung der letzteren unter Umständen eine geringe Vermehrung der Beobachtungszeit erfordert. Der letzteren Rücksicht werden mitunter Einrichtungen und Messungsmethoden geopfert, welche sich bei uns bewährt haben. Ein Beispiel bietet die bei uns verbreitete Anwendung der Aufsatzlibelle und der Reversionslibelle für Präzisionsnivellements, welche eine vollkommene Eliminirung des Instrumentenfehlers bei jeder Beobachtung ermöglicht. Man verbindet in Amerika meist die Libelle mit dem Fernrohr und beschränkt sich auf einmalige Umlegung bei Präzisionsnivellements, verwendet übrigens aber für gewöhnliche Nivellementsinstrumente, welche möglichst einfach, unter Fortfall aller entbehrlichen Justirmittel, jedoch kräftig gebaut sind und demzufolge eine für die besonderen Zwecke ausreichende Stabilität besitzen. Dieser bereits oben erwähnte Zug nach Vereinfachung und Beschränkung auf die gerade vorliegende besondere Anforderung ist für den amerikanischen Instrumentenbau charakteristisch und ihm verdanken manche Zweige ihren raschen Aufschwung. Der Zug nach Selbständigkeit, das Bestreben, praktischer Vortheile wegen die Anforderungen der Theorie an Präzision und Fehlerverminderung durch möglichste Ausnutzung des technisch Erreichbaren hintanzusetzen, geht auch durch andere Zweige der amerikanischen Präzisionstechnik und hat auch hier zur raschen Entfaltung einer blühenden Industrie geführt. So beschäftigen sich mit der Herstellung von Mikroskopen eine ganze Anzahl von grossen Firmen; allerdings werden meist nur Mikroskope untergeordneter Art fabrizirt; die besseren und feinsten Mikroskope werden noch aus England oder Deutschland bezogen und nur in vereinzelten Fällen in Amerika selbst hergestellt; die höchsten Leistungen der Mikroskopie stehen auch in Amerika unter dem Einfluss der Firma C. Zeiss in Jena.

Im Allgemeinen müssen die Berichterstatter gegenüber den Vorurtheilen, welche bei uns noch vielfach in Bezug auf die schnellen Fortschritte amerikanischer Technik bestehen, hervorheben, dass dieselbe die ernsteste Beachtung verdient. Die Berichterstatter haben den Eindruck empfangen, dass überall da, wo bestimmt definirte Anforderungen vorliegen,



diese in zielbewusster, fachgemässer und solider Weise befriedigt werden. Einer der Gründe dafür ist wohl in der günstigen wirthschaftlichen Lage einzelner Zweige der Präzisionstechnik in Amerika in Folge der gewaltigen Aufgaben auf dem Gebiete der astronomischen Instrumente und des Auftretens eines Massenbedarfs an Vermessungsinstrumenten in den letzten Jahrzehnten wirthschaftlichen Aufschwunges zu suchen, eines Bedarfs, welcher bei dem Umfange, den industrielle Anlagen — in erster Linie Bahnbauten — dort haben, und bei der Energie, mit der einmal beschlossene Unternehmungen dort ins Werk gesetzt werden, in den deutschen Verhältnissen seines Gleichen nicht hat. Von nicht minder grosser Bedeutung für die solide Entwicklung der genannten Zweige ist der Umstand, dass viele der angesehensten Firmen theils von Deutschen gegründet worden sind, theils von Deutschen geleitet werden, und dass es vorzugsweise deutsche Arbeiter sind, welche mit der Herstellung der feineren, besondere Sorgfalt erfordernden Theile, wie mit der Fertigstellung und Justirung der Instrumente, betraut werden. Von nicht geringer Bedeutung für die Förderung der amerikanischen Präzisionstechnik ist ferner die Verwendung guter, den Zwecken eng angepasster, bequem zu bedienender Werkzeugmaschinen und Hilfswerkzeuge. Angesichts der wesentlich höheren Arbeitslöhne ist man gezwungen, auf diesem Wege die Einheitsleistung thunlichst zu erhöhen. Die Erkenntniss, dass dies am besten durch Konzentrirung der Arbeitsfähigkeit auf das Arbeitsprodukt, unter Anwendung der besten Hilfswerkzeuge bis ins Einzelne erreicht wird, bringt es mit sich, dass man die Beschaffung aller Hilfsvorrichtungen allgemeiner Art der Spezialwerkzeugfabrikation überlässt, und die Verbrauchswerkzeuge in jeder mittleren Werkstatt Amerikas einem besonders angestellten Werkzeugmacher überträgt, auf dessen Tüchtigkeit ein ganz besonderer Werth gelegt wird. Die Unsumme an Zeit, Material und verdorbener Arbeit, welche die in vielen deutschen Werkstätten noch bestehende Uebung, die Herstellung der Gebrauchswerkzeuge jedem einzelnen Gehilfen und Lehrling zu übertragen, verschlingt, wird im Allgemeinen wohl viel zu niedrig veranschlagt.

Die Vortheile guter Werkzeugmaschinen und Werkzeuge und konzentrirter Arbeitsmethoden kommen zur vollsten Geltung selbstverständlich nur da, wo es sich um Herstellung einer grösseren Anzahl gleichartiger Stücke, also um wirkliche Fabrikation handelt. Bei solchen Instrumentengattungen, welche in Folge geringen Bedarfs in einzelnen Stücken oder wenigen Exemplaren hergestellt zu werden pflegen oder deren Herstellung wegen der Besonderheit der Anforderungen ein hohes Maass von Handgeschicklichkeit und theoretischer Vorbildung verlangt, deren Fertigstellung und Justirung viel Handarbeit und Zeit erfordert, kommen jene Vortheile nur in geringem Maasse zu Statten. Daher erklärt es sich, dass die Herstellung der feineren physikalischen Instrumente für höheren Unterricht und Forschung, die Herstellung der meteorologischen Apparate ersten Ranges, von amerikanischen Geschäftsfirmen nur in sehr geringem Maasse entwickelt worden ist. Auf diesen Gebieten bietet Amerika der deutschen Präzisionstechnik ein weites Absatzgebiet, um so mehr, als die Erschwernisse, welche der hohe amerikanische Zolltarif der Einfuhr von Gebrauchsgegenständen bietet, für die in den unmittelbaren Besitz von wissenschaftlichen Instituten und Unterrichtsanstalten übergehenden Instrumente in Fortfall kommen. Es wird Sache der deutschen Präzisionstechnik sein, den amerikanischen Instituten durch Uebersendung passend ausgestatteter Kataloge die Kenntniss ihrer Erzeugnisse in immer weiterem Umfange zu vermitteln. Dass auf diesem Wege eine fruchtbringende Geschäftsverbindung herzustellen ist, hat eben die Sammelausstellung der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik erwiesen, denn die Mehrzahl der abgeschlossenen Verkäufe innerhalb dieser Ausstellung ist erst nach und in Folge der Uebersendung des Sonderkataloges an jene Institute zu Stande gekommen.

Als Summe unserer Erfahrungen können wir neben den mannigfachen oben gegebenen Hinweisen auf praktische Arbeitsmethoden die Ueberzeugung hervorheben, dass in der amerikanischen Präzisionstechnik unserer deutschen Industrie in überraschend kurzer Zeit ein ernster Konkurrent entstanden ist, dass aber für die höchsten Entwicklungstufen unserer

heimischen Feinmechanik und Präzisionsoptik noch ein reiches Feld der Bethätigung auch in Amerika bleibt. Das muss ein Sporn sein, nicht nur für den einzelnen deutschen Mechaniker und Optiker, sondern für Alle, denen die Pflege der deutschen Präzisionstechnik aus Neigung am Herzen liegt oder berufsmässig anvertraut ist, alle Hebel in Bewegung zu setzen, um diesen wichtigen Zweig deutscher Kunstindustrie, der auf dem internationalen Wettbewerbe zu Chicago so grosse Lorbeeren geerntet hat, auf den möglichst hohen Grad von Leistungsfähigkeit zu bringen und zu erhalten.

Referate.

Das Weston'sche Normal-Cadmium-Element.

Von W. Jaeger und R. Wachsmuth.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.) *Elektrotechn. Zeitschr. 15. S. 507. (1894.)*

Die Uebelstände, welche bei dem Gebrauch des Clark-Elements durch die Grösse des Temperaturkoeffizienten auftreten (derselbe bewirkt pro 1° C. eine Aenderung der *EMK* (elektromotorischen Kraft) des Elements um etwa 0,001 *Volt*), veranlasste die Verfasser, das von Weston angegebene Cadmiumelement (zum Patent in Deutschland angemeldet am 5. Januar 1892, patentirt unter No. 75194), dessen Spannung sich mit der Temperatur fast gar nicht ändern sollte, näher auf seine Eigenschaften zu untersuchen.

Die Zusammensetzung dieses Elements ist ganz analog derjenigen des Clark-Elements, nur dass das Zink und seine Verbindungen durch Cadmium ersetzt werden. Das Schema des Cadmium-Elementes ist demnach:

$$- \mid Cd - Cd\,SO_4 - Hg_2\,SO_4 - Hg \mid +$$

An Stelle des metallischen Cadmiums wurde bei gewöhnlicher Temperatur festes Amalgam von 1 Theil Cadmium auf 6 Theile Quecksilber angewandt, über welches stets eine Schicht von Cadmiumsulfat-Krystallen zu liegen kam. Das Merkurosulfat ($Hg_2\,SO_4$) wurde mit Cadmiumsulfat-Krystallen, metallischem Quecksilber und konzentrirter Cadmiumsulfat-Lösung zu einem steifen Brei (der sogenannten „Paste“) verrieben. (Vergl. auch die Veröffentlichungen von Dr. Kahle über das Clark-Element und die Vorschriften zur Zusammensetzung desselben in *dieser Zeitschrift 1892. S. 117. 1893. S. 191* und *293.*) Ueber das Quecksilber des positiven Pols kommt eine Schicht der erwähnten Paste, während der übrige Theil des Elements mit einer konzentrirten Lösung von Cadmiumsulfat gefüllt wird (Typus III); einige von den Elementen (Typus II) wurden ganz mit Paste gefüllt; bei den versandtfähigen schliesslich (Typus I) war ausserdem das Quecksilber des positiven Pols durch eine amalgamirte Platinspirale ersetzt.

Die Untersuchungen betrafen: 1. die Abhängigkeit der *EMK* der Cadmium-Elemente von der Temperatur, 2. die Reproduzirbarkeit des Elements, 3. den Einfluss von Verunreinigungen, 4. die Konstanz in längeren Zeiträumen, 5. eine vorläufige Bestimmung der elektromotorischen Kraft. — Die Vergleichung der Elemente geschah in der Weise, dass je zwei derselben gegen einander geschaltet und die Differenzen ihrer elektromotorischen Kräfte mit einem bekannten Potentialgefälle verglichen wurden. Den Temperaturkoeffizienten bestimmten die Verfasser mit sechs Elementen zwischen den Temperaturen 0° und 26°; dabei befanden sich einige Elemente auf gewöhnlicher Temperatur (etwa 17°), während die anderen theils höhere, theils tiefere Temperatur besassen. Für die Abhängigkeit der *EMK* der Cadmium-Elemente von der Temperatur (in *Volt*) ergab sich die Formel:

0,065 ?

$$E_t - E_0 = 1{,}25 \times 10^{-5}\,t - 0{,}0065 \times 10^{-5}\,t^2,$$

worin E_t die *EMK* bei $t°$ (eines Thermometers aus Jenaer Glas 16^{III}) und E_0 die *EMK* bei 0° bedeutet. In der Nähe von 20° C. beträgt somit die Aenderung der *EMK*



nur etwa 0,00004 *Volt* pro Grad. Für das Clark-Element gilt zwischen 10° und 30° die Formel (vgl. Kahle a. a. O): $E_t' = E_0' - 116 \times 10^{-5}(t-15) - 1 \times 10^{-5}(t-15)^2$. In der folgenden Tabelle sind die aus diesen Formeln berechneten Korrektionsgrössen beider Elemente für verschiedene Temperaturen zusammengestellt (Spalte 1 enthält die Korrektionen, welche man bei einem Element von $t°$ anbringen muss, um seine *E M K* auf 0° zu reduziren.)

Einfluss der Temperatur auf die E M K des Clark- und des Weston-Elements

t	1 $\frac{E_t - E_0}{E_0}$ für das Element von		2 Temp.-Koeff. bei $t°$ ($^1/_{1000}$ %) für das Element von	
	Clark	Weston	Clark	Weston
0°	0	0	(— 70,9)	— 1,3
10°	— 0,00744	— 0,00018	— 77,9	— 2,5
20°	— 0,01558	— 0,00050	— 84,9	— 3,7
30°	— 0,02442	— 0,00090	— 91,9	— 5,0

Die *E M K* des Cadmium-Elements ändert sich also bei 20° nur um den 23. Theil des für das Clark-Element geltenden Betrages. Für die Technik braucht man daher die Temperatur der Cadmium-Elemente überhaupt nicht zu berücksichtigen und auch bei Präzisionsmessungen ist nur eine rohe Kenntniss derselben (auf einen Grad) nöthig. — Zur Untersuchung der Reproduzirbarkeit der Cadmium-Elemente wurden aus verschiedenen Fabriken Chemikalien bezogen und die damit hergestellten Elemente unter einander verglichen. Besonders waren Verunreinigungen des Cadmiums und seiner Salze durch Zink zu befürchten, welches eine Vergrösserung der *E M K* bewirken musste; es zeigte sich jedoch, dass alle Chemikalien im Handel genügend rein zu beziehen sind. Zur Zusammensetzung des Amalgams wurde sowohl elektrolytisch gewonnenes Cadmium verwandt, als auch käufliches aus den Fabriken von Kahlbaum, Merck, Schuchardt, Gehe & Co.; die betreffenden Elemente stimmten innerhalb 0,0001 *Volt* überein. Eine absichtliche Verunreinigung des Cadmiums mit zwei Prozent Zink hatte eine Vergrösserung der *E M K* um etwa 0,0004 *Volt* zur Folge; da indess das im Handel bezogene Cadmium nur Spuren von Zink enthält, so können durch Verwendung verschiedener Cadmiumsorten keine Abweichungen entstehen. Auch auf die Genauigkeit der Zusammensetzung des Amalgams braucht keine besondere Sorgfalt verwandt zu werden, es genügt eine rohe Abwägung der Substanzen. Das Cadmiumsulfat des Handels ist ebenfalls im Allgemeinen nur mit geringen Spuren anderer Salze verunreinigt, und es zeigt sich auch, dass selbst stärkere Verunreinigungen mit Zinksulfat, Eisenoxydulsulfat, Magnesiumsulfat die *E M K* nur wenig beeinflussten (meist nur in den $^1/_{1000}$ %). Sehr wesentlich ist es dagegen, dass die Cadmiumsulfat-Lösung vollkommen neutral ist; jede Spur von Säure erhöht die *E M K*. Als Reagens auf die Säure benutzt man, wie beim Zinksulfat, das Congoroth, welches durch Säuren blau gefärbt wird. Um das Cadmiumsulfat neutral zu machen, behandelt man es in gelinder Wärme mit Cadmiumhydroxyd und digerirt die abfiltrirte Lösung mit Mercurosulfat zur Reduktion des etwa gebildeten basischen Salzes. Durch diese Behandlungsweise des Cadmiumsalzes konnte eine völlige Uebereinstimmung der Elemente innerhalb 0,0001 *Volt* erreicht werden. Hervorzuheben ist noch die Eigenschaft des Cadmiumsulfats, dass die Löslichkeit desselben sich mit der Temperatur nur wenig ändert (im Gegensatz zum Zinksulfat); hierdurch wird hauptsächlich die geringe Grösse des Temperaturkoeffizienten beim Cadmium-Element bedingt; auch folgt deshalb dies Element der Aussentemperatur viel rascher als das Clark-Element. — Die Versuche über das Mercurosulfat sind noch nicht abgeschlossen; auch konnte hiervon zunächst Abstand genommen werden, da dieser Theil der Untersuchung für das Clark- und Weston-Element

gemeinsam sind. — Ueber die Konstanz des Weston-Elements kann erst nach einem längeren Zeitraum ein endgiltiges Urtheil gefällt werden. Die Beobachtungen erstrecken sich über vier Monate; innerhalb dieser Zeit sind die Elemente in den Grenzen von 0,0001 *Volt* vollkommen konstant geblieben. — Die Versendbarkeit der Elemente vom Typus I wurde geprüft, indem zwei dieser Elemente mit der Post nach Frankfurt a. M. und zurück geschickt wurden. Die Messungen vor und nach der Reise zeigten, dass sich die Elemente durch die Erschütterungen des Transports nicht geändert hatten. Es sei noch erwähnt, dass die Cadmiumelemente aller drei Typen gleich nach dem Zusammensetzen ihren richtigen Werth besassen und sich nicht im Laufe der ersten Zeit änderten. — Eine vorläufige Bestimmung der *EMK* (durch Vergleichung mit Clark-Elementen) ergab eine Spannung von etwa 1,025 *leg. Volt* bei 20° C. *W. J.*

Ein neues Beleuchtungsverfahren für mikrophotographische Zwecke.

Von Dr. August Köhler. *Ztschr. f. wiss. Mikroskopie.* ***10.*** *S. 433. (1893).*

Zur Beleuchtung des unter dem Mikroskop befindlichen Objektes bei Anwendung künstlicher Lichtquellen wird gewöhnlich das folgende Verfahren befolgt: Man entwirft mit Hilfe des unter dem Objekt befindlichen Beleuchtungssystems, (des Kondensors) und eventuell auch der zwischen diesem und der Lichtquelle befindlichen sogenannten Kollektors ein reelles Bild dieser Lichtquelle in der Objektebene selbst, so dass durch das Mikroskop das mikroskopische Bild auf oder in jenem Bilde der Lichtquelle liegend weiter abgebildet wird. Dieses Verfahren — schon seit langer Zeit angewendet, und in neuerer Zeit besonders von Dr. Carl Günther als „Prinzip der maximalen Beleuchtung" warm empfohlen — leidet jedoch an mehreren erheblichen Mängeln, welche namentlich bei der Mikrophotographie hervortreten. Da nämlich die Lichtquelle niemals in ihrer ganzen Fläche gleichmässig leuchtend ist, so muss man sich entweder darauf beschränken, nur einen Theil derselben zu benutzen — z. B. bei Petroleum- oder Gaslampen, — oder man erhält eine ungleichmässige Beleuchtung des Sehfeldes — Gasglühlicht, Zirkon- bezw. Magnesiabrenner, elektrisches Bogenlicht — oder endlich man stellt zur Vermeidung dieses ausserordentlich störenden Umstandes die Lichtquelle nicht scharf in die Objektebene ein und geht damit der meisten Vorzüge verlustig, welche eben die scharfe Einstellung mit sich bringt. Diese Vorzüge bestehen hauptsächlich in der scharfen Umgrenzung des beleuchteten Theils des Sehfeldes und in der Vermeidung von falschem Licht, beziehungsweise Reflexen, wie sie durch die die Objektebene ausserhalb des Sehfeldes durchsetzenden, zur Abbildung selbst also nicht beitragenden, Strahlen verursacht werden.

Diese Uebelstände vermeidet das vom Verfasser vorgeschlagene Beleuchtungsverfahren, welches gewissermaassen eine Umkehrung des ersteren vorstellt, auf's vollständigste. Statt das Bild der Lichtquelle in die Objektebene zu projizieren, entwirft er dasselbe vermittels geeigneter Hilfslinsen in die Blendenebene des Kondensors und stellt den Kondensor selbst so ein, dass ein scharfes Bild der Hilfslinse in der Objektebene entsteht. Die Hilfslinse (Kollektorsystem) erscheint im Allgemeinen genügend gleichmässig hell, namentlich wenn dafür gesorgt ist, dass die sphärischen und chromatischen Aberrationen derselben keine all zu hohen Beträge erreichen. Dementsprechend ist dann auch das Objekt gleichmässig beleuchtet bis an den Rand. Durch Blenden, welche unmittelbar vor oder hinter das Kollektorsystem gestellt werden, kann überdies die Ausdehnung des beleuchteten Sehfeldes auf's bequemste regulirt werden. Dass das Bild der Lichtquelle in der Blenden- (untere Brenn-) ebene des Kondensors nicht gleichmässig hell ist, schadet nun nichts mehr, da dieser Umstand nur eine etwas verschiedene Intensität der das Objekt in verschiedenen Richtungen — aber alle Theile des Objekts gleichmässig — treffenden Strahlenbüschel zur Folge hat. So lange die Ungleichmässigkeiten der Lichtquelle nicht ganz ausserordentliche sind, wird daher jene Verschiedenheit nicht merklich.

Damit das hier angedeutete Verfahren für Objektive verschiedener Stärke ohne jede Einschränkung benutzbar sei, müssen die beiden Forderungen erfüllt sein: erstens

dass bei schwachen Systemen das Bild des Kollektorsystems in der Objektebene genügend gross sei, um das Sehfeld solcher Systeme auszufüllen; zweitens dass bei starken Systemen das Bild der Lichtquelle selbst die Blendenöffnung des Kondensorsystems ganz ausfülle, damit jede Art schiefer Beleuchtung und auch ganz volle Beleuchtung möglich sei. Da andrerseits bei den schwachen Systemen auch stets die Apertur eine kleine ist, also das Beleuchtungssystem nur Büschel von geringer Apertur zu liefern braucht und umgekehrt bei starken Systemen das Sehfeld ein entsprechend kleines ist, so lassen sich die beiden genannten Anforderungen, — abgesehen von dem ganz extremen Fall sehr schwacher Objektive (40 *mm* und darüber) — durch einen kleinen Kunstgriff erfüllen, ohne dass man nöthig hat, den Kondensor zu entfernen, auch wenn die Lichtquelle nur geringe Ausdehnung besitzt (elektrisches Bogenlicht, Zirkonlicht). Bei fester Lage der Lichtquelle und des Kondensors giebt nämlich das Kollektorsystem, wie jedes andere Linsensystem, in zwei Stellungen ein reelles Bild der Lichtquelle in der Blendenebene des Kondensors. Bei der einen Stellung des Kollektors nahe der Lichtquelle, ist das Bild dieser gross, die Oeffnung des Kollektors selbst jedoch erscheint von der unteren Brennebene des Kondensors aus entsprechend seiner grossen Entfernung unter einem relativ kleinen Sehwinkel, wird also vom Kondensor auch nur in geringer Grösse in der Objektebene des Mikroskops abgebildet. Dies ist die für starke Systeme geeignete Anordnung. Für schwache Systeme, bei denen das derart erzeugte Bild der Hilfslinse das Sehfeld nicht mehr ausfüllt, wird dieselbe in die andere der beiden möglichen Stellungen versetzt, in welcher sie dem Kondensor näher ist. Alsdann ist das von ihr entworfene Bild der Lichtquelle zwar relativ klein, wird aber meist noch genügen, um die geringere Apertur der schwachen Systeme vollständig zu erfüllen. Dafür ist das Bild des Kollektorsystems nunmehr entsprechend grösser.

Bei ganz schwachen Systemen, wo auch auf diese Weise eine vollständige Beleuchtung des Sehfeldes nicht erzielt wird, hat man schon früher unter Ausschaltung des Kondensors das Bild der Lichtquelle in das abbildende Linsensystem selbst projizirt, eventuell unter Zubilfenahme einer nahe an die Objektebene gestellten einfachen Konvexlinse. Der Letzteren ist dann der beleuchtete Theil des Sehfeldes an Grösse nahezu gleich.

Das vom Verfasser beschriebene Verfahren gewährt, ausser bei solchen Lichtquellen, welche an sich eine ungleichmässig leuchtende Fläche besitzen, auch dann noch besondere Vortheile, wenn der Ort der Lichtquelle etwas schwankt, wie z. B. bei elektrischem Bogenlicht stets mehr oder weniger der Fall ist. Von der Firma Carl Zeiss wird dasselbe Verfahren daher schon seit einigen Jahren zur Anwendung empfohlen und ist u. a. vom Referenten bereits in öffentlichen Vorträgen auseinandergesetzt worden. *Cz.*

Neue Ausführungsweise der Schlösing'schen Salpetersäurebestimmungsmethode.

Von L. L. de Koninck. *Zeitschr. f. anal. Chem.* **33**. *S. 200. (1894).*

Gegenüber den anderen Apparaten, welche die Salpetersäure in Stickoxyd überzuführen und als solches zu messen gestatten, bietet der vom Verfasser vorgeschlagene den Vortheil grösserer Einfachheit und Sicherheit. Von dem Entwicklungskölbchen mit seitlich angebrachtem Eingusstrichter führt eine möglichst lange Gasleitungsröhre in die Wanne mit der Messröhre. Durch eine eigenartige Ausgestaltung des unteren Endes der Gasleitungsröhre wird die Gefahr des Zurücksteigens gänzlich vermieden. Wie die Figur zeigt, ist an das Ende des Rohres ein vertikales Röhrchen von 6 bis 7 *cm* Länge und 7 bis 9 *mm* Weite angeschmolzen, dessen oberer Arm einen Korkring mit vier radialen Einkerbungen trägt. Die Wanne füllt man mit Wasser, bringt aber auf den Boden so viel Quecksilber, dass die Mündung des vom



Kölbchen kommenden Rohres gerade verschlossen ist. Das austretende Gas wird dann den geringen Quecksilberdruck leicht überwinden; andererseits bringt ein etwa eintretendes Zurücksteigen keine Gefahr, da nicht Wasser, sondern Quecksilber aufgesaugt wird. *Fm.*

Neue Goniometerlampe.

Von V. Goldschmidt in Heidelberg. *Zeitschr. f. Krystallographie und Mineralogie. 23. Heft 1 und 2. (1894.)*

Verfasser stellt an eine Goniometerlampe folgende Anforderungen: „Sie soll ein intensives Licht abwechselnd auf das Signal, den Krystall, die Nonien und das Papier werfen. Bei Beleuchtung des Signals soll der Arbeitsraum dunkel sein. Die Aufgabe ist für das zweikreisige Goniometer schwerer zu erfüllen, da bei ihm der Nonius des Vertikalkreises dazu kommt, der seinen Ort wechselt.“ Diesen Anforderungen entsprechend hat Verfasser mit Hilfe des Mechanikers Herrn Stoë in Heidelberg die folgende Lampe konstruirt. Die Einrichtung ist aus Fig. 1 und 2 zu ersehen.

„Als Licht wurde das Auer'sche Glühlicht verwendet. Es hat vor dem gewöhnlichen Gasbrenner den Vortheil wesentlich grösserer Lichtstärke. Ferner ist die Hitze des Auer'schen Lichtes viel geringer. Das erlaubt, an die Lampe dichter heranzukommen und ihr, besonders dem Blechmantel und Hut wesentlich kleinere Dimensionen zu geben. Dadurch wird sie handlicher. Die Mehrkosten des Auer'schen Hütchen werden durch die Gasersparniss reichlich aufgewogen.

Die Lampe besteht aus dem Brenner *b* mit dem Auer'schen Hütchen *h*. Das Gas strömt durch das innere Rohr *i* mit dem Gasschlauch *g* zu. Der Zufluss der Verbrennungsluft wird durch den Ring *r* regulirt, der sich über die Oeffnungen *o* schieben lässt. Das Licht ist umgeben von dem Glaszylinder *C*. *C*, *b*, *h*, *i*, *r* bilden den inneren Theil. Dieser lässt sich als Ganzes in dem äusseren Rohr *a* auf- und abschieben und drehen. Das Rohr *a* ist nach unten geschlitzt und lässt sich mit dem Klemmringe *p* mit Schraube anziehen. So kann man den inneren Theil in beliebiger Höhe und Wendung im äusseren Rohre fixiren. Hierdurch lässt sich die bestleuchtende Stelle des glühenden Hütchens vor das Lichtloch *L* bringen. Das ist nöthig, weil schon ein neu aufgesetztes Hütchen nicht an allen Stellen gleichmässig glüht; wird es aber während des Gebrauches theilweise defekt, so gelingt es doch noch, durch Reguliren des Luftzutrittes irgend eine Stelle zur Weissgluth zu bringen. Diese heben und drehen wir vor das Lichtloch und können damit das Hütchen gut ausnützen.

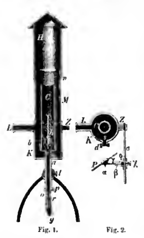


Fig. 1. Fig. 2.

Das äussere Rohr *a* trägt den zylindrischen geschwärzten Messingkasten *K*; mit ihm verbunden ist der Mantel *M* von dünnem schwarzem Eisenblech. Darauf sitzt, bei *n* abnehmbar, die Haube *H*, ein zylindrisches, schwarzes Blechrohr mit Dach. Nach Abheben von *H* kann man die Lampe anzünden.

Ein solches Oeffnen beim Anzünden ist beim Auer'schen Licht nöthig. Ist dabei die Lampe nicht ganz offen, sondern nur ein Loch geöffnet, so sammelt sich das mit Luft gemischte Gas und entzündet sich unter Knall, wobei das Hütchen leidet.

Der Kasten *K* hat zwei Bohrungen mit einem längeren zylindrischen Ansatze *L* und einem kürzeren *s* (s. Fig. 2). *L* wird an das Signal des Kollimatorrohres dicht herangedrückt. Durch *s* fällt das Licht auf einen Spiegel *P*. *s* ist durch einen Klappdeckel mit Knopf *d* verschliessbar. Der Spiegel lässt sich verschieben und nach drei Richtungen drehen. Er ruht auf der Axe *a* in der Gabel γ. Deren Stiel steckt in dem seitlichen Ansatze eines Rohres ρ. ρ lässt sich an der zylindrischen Stange σ schieben und drehen und an beliebiger Stelle durch die Schrauben χ festklemmen. Der Spiegel besitzt danach eine Drehung um die Axen α, β, σ und lässt sich durch Schiebung an σ dem Lichtloche nähern und entfernen.

Die Stange ist in einen Zapfen Z eingeschraubt, der an K sitzt. Nach Wunsch kann man gegenüber s ein zweites Loch mit Ansatzstutzen und Klappdeckel anbringen, dazu die Stange nach der andern Seite verlängern oder von der andern Seite her in Z einschrauben. Dadurch ist man im Stande, das Licht mit dem Spiegel von der andern Seite her zu erhalten.

Ist der Klappdeckel d geöffnet, so wirft man durch Drehung des Spiegels P Licht aus dem Loch s nach Wunsch auf den Krystall oder auf gewisse Theile des Goniometers, z. B. die Visirvorrichtung, auf den Nonius des Horizontal- oder Vertikalkreises bezw. auf ein über demselben angebrachtes Papierschildchen oder einen hingehaltenen weissen Papierstreifen. Dadurch erhalten wir die Nonien aufs Beste beleuchtet, während das Auge vom direkten Lichte nicht getroffen wird. Eine andere Bewegung des Spiegels beleuchtet das Notizbuch zum Aufschreiben von Beobachtungen. Nach Schliessen des Klappdeckels ist ausser dem beleuchteten Signal alles dunkel.

Bisher verwendete man zur Beleuchtung des Krystalles beim Einstellen ein zweites meist offenes Licht, das man nach dem Ablesen oder Einstellen auslöscht oder nicht-leuchtend macht. Ein solches freies Licht ist nicht bequem. Scheint es direkt ins Auge, so ermüdet es und stumpft gegen schwache Reflexe ab. Ebenso quält und ermüdet eine schlechte oder schwankende Beleuchtung der Nonien.

Die ganze Lampe steckt mit dem äusseren Rohre a in der Bohrung einer Kugel mit drei Füssen und ist darin durch die Schraube l festklemmbar. Löst man die Schraube l, so lässt sich die Lampe in der führenden Kugel heben, senken und drehen. Dadurch können wir das Lichtloch L genau vor das Signal des Kollimators bringen.

Die Lampe eignet sich auch vortrefflich als Lichtquelle für die photographische Aufnahme nicht zu grosser Gegenstände. Das künstliche Licht hat vor dem natürlichen den Vortheil der Gleichmässigkeit, so dass die Expositionszeit sich nur mehr nach dem Objekte richtet. Durch Schieben der Lampe, Nähern und Entfernen, durch Zuhilfenahme des Spiegels vor dem Lichtloche, ferner durch Aufstellen einiger Papierstreifen kann man die Beleuchtung mannigfacher und willkürlicher reguliren als beim natürlichen Lichte, und so diejenigen Partien des Objektes hervortreten lassen, auf die es uns ankommt. Die Dunkelheit des übrigen Raumes ist ein Vorzug.

Sehr verwendbar ist die Lampe zur Mikrophotographie, besonders bei liegendem Mikroskope und liegender Kamera. Man bringt dabei für durchfallendes Licht nach Entfernung des Mikroskopspiegels das Lichtrohr L unserer Lampe hinter das Präparat in die Verlängerung der Mikroskopaxe. Dabei ist es gut, über L noch ein Rohr mit einer Linse zu stecken, durch dessen Schiebung man das Licht auf das Präparat sammelt. Für auffallendes Licht ist die Lampe auf der Seite der Kamera aufzustellen. Ein farbiges Glas vor L oder eine farbige Linse dient als Lichtfilter."

Preis der Lampe in guter Ausführung bei Mechaniker P. Stoë in Heidelberg 50 M.

Patent-Universal-Deflektor.

Von Lieutenant C. Clausen. (Nach einem Sonderabzuge).

Dieses Instrument unterscheidet sich von dem bekannten Thomson'schen zunächst dadurch, dass die einfache Bodenplatte des letzteren durch einen getheilten Ring ersetzt ist. So viel wir der uns vorliegenden Zeichnung (in Horizontalprojektion) und einer äusserst kurzen Beschreibung entnehmen können, fehlen ferner bei Clausen die Füsse der Bodenplatte; letztere wird durch ein zentrales Pivot auf eine konische Vertiefung des Glasdeckels aufzusetzen sein; der getheilte Ring ruht dann unmittelbar am Deckel selbst. Die Vertikalmagnete des neuen Deflektors sind leicht wegnehmbar. Jeder Apparat erhält zwei Paare, nämlich kleine Magnete für Sir Thomson's Rohre und grössere für gewöhnliche Kompasse, wodurch der Deflektor Thomson's für jeden Kompass anwendbar wird und sich zu dem Namen Universal-Deflektor berechtigt zeigt — der getheilte Ring

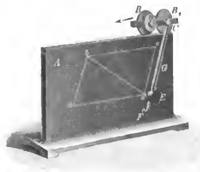
bringt wohl den Vortheil mit sich, dass die Ablenkungen der Nadel genauer und rascher abzulesen sind, wodurch beim Gebrauche des Instrumentes mancher Vortheil gewonnen wird.

Der Apparat wird von C. Knudsen in Kopenhagen zum Preise von 140 M. ausgeführt. *E. G.*

Kinegraph.

Von C. v. Engelmeyer. *Journal de Phys. III. 3. S. 266. (1894.)*

Es wird ein einfaches Instrument beschrieben, mittels dessen die Resultante zweier Bewegungen selbthätig verzeichnet werden kann. Durch geeignete Abänderungen lässt sich dasselbe zum Zeichnen beliebiger Kurvenformen verwendbar machen. Die einfachste Form, für den Unterricht geeignet, ist nebenstehend abgebildet. Bei derselben trägt die obere Kante einer aufrecht stehenden Tafel eine Schiene, auf der ein Wagen C läuft. Auf der in dem Laufrade B festen Axe sitzt eine Rolle D, um welche ein über den Axenstift von B_1 geführter Faden gelegt ist, der an seinem Ende eine massive Kugel E trägt. Letztere gleitet auf einer in beliebiger Richtung feststellbaren Schiene G. Bei der Bewegung des Wagens beschreibt ein in E befestigter Stift auf der Tafel den Weg der Resultante der Bewegung des Wagens C und der Kugel E auf ihren Führungsschienen.



Befestigt man auf der Axe von B an Stelle der Rolle D eine von der Kreisform abweichende Kurvenscheibe, um welche der Faden gelegt ist, so kann man durch geeignete Wahl dieser Kurvenform mittels des Stiftes eine gewünschte andere Kurve erzeugen. Die Entwicklung der Theorie des Instrumentes, mittels deren man die zur Erzeugung einer gewünschten Kurve erforderliche Form der Kurvenscheibe ermittelt, ist in der Abhandlung gegeben. *P.*

Selbthätige, stetig wirkende Quecksilberluftpumpe für chemische Zwecke.

Von G. W. A. Kahlbaum. *Ber. d. d. chem. Ges. 27. S. 1386. (1894).*

Der Verfasser beschreibt hier eine ihm schon seit einiger Zeit patentirte Quecksilberpumpe. Ihre Konstruktion ist schon in *dieser Zeitschr. 1893 S. 73* nach der Patentschrift erläutert und abgebildet worden. Von Interesse ist der durch Anführung vieler Beispiele geführte Nachweis, dass die Siedepunktsabnahme in grösserem Verhältnisse als die Druckverminderung wächst, dass also die Destillation bei vermindertem Druck um so vortheilhafter wird, je mehr man den Druck herabsetzt. *Fm.*

Vereins- und Personennachrichten.

Eine Anzahl ehemaliger Schüler der Berliner Fachschule für Mechaniker, sowie der Tagesklasse für Monteure der Elektrotechnik daselbst hat sich zur Begründung einer Vereinigung zusammengethan. Die Vereinigung soll den fachlichen Gedankenaustausch wie geselligen Verkehr pflegen. Ehemalige Schüler der genannten beiden Anstalten, welche der Vereinigung beitreten wollen, werden ersucht, ihre Adressen an Herrn K. Friedrich, Berlin S.O., Engelufer 16, oder Herrn C. Müller, Berlin C., Klosterstrasse 47, einsenden zu wollen.

Neu erschienene Bücher.

Machines frigorifiques à gaz liquéfiables. Von R. E. de Marchena. (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.*)

Mit derselben Kürze, Knappheit und Uebersichtlichkeit, die schon des Oefteren an den Werken dieser *Encyclopédie* hervorgehoben wurde, sind in diesem Bändchen die Kälteerzeugungsmaschinen behandelt. Der Hauptantheil des Buches entfällt auf die Behandlung der Theorie dieser Maschinen, welche die Verdunstungskälte von durch Druck verflüssigten Gasen zur technischen Erzeugung niederer Temperaturgrade voraussetzen. Dem an der Hand der Thermodynamik rein mathematisch durchgeführten theoretischen Theil folgt dann eine kurze Beschreibung der praktisch ausgeführten Kältemaschinen (der mit Schwefeldioxyd arbeitenden Maschine von Pictet, der Ammoniakmaschine von Linde, Fixary und Lavergue und der neuen Kohlensäuremaschinen von Windhausen). Anhangsweise erfährt dann noch die Hauptanwendung der Kälteerzeuger zur Fabrikation von Eis und zur Abkühlung von Luft eine kurze Behandlung. *Fm.*

Elemente der theoretischen Physik. Von C. Christiansen, deutsch von Dr. J. Müller, mit einem Vorwort von E. Wiedemann. 458 S. Leipzig, J. A. Barth. M. 10,—.

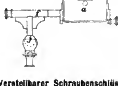
In diesem für den theoretischen Physiker sehr brauchbaren Buche sind auf relativ beschränktem Raum die wichtigsten Lehren der Physik dargelegt, so dass dasselbe auch bei dem Studium von Originalwerken wesentlichen Nutzen leisten kann. *W. J.*

Seifenblasen. Vorlesungen über Kapillarität. Von C. V. Boys, deutsch von Dr. G. Meyer. 86 S. Leipzig, J. A. Barth.

Die Theorie der Elastizitätslehre wird in diesem Buche unter Vermeidung von mathematischen Entwicklungen in populärer Weise an der Hand von Experimenten entwickelt. Die Versuche sind so ausgewählt, dass ihre Ausführung nur geringe Hilfsmittel erfordert. Man lernt eine Menge sehr lehrreicher und interessanter Erscheinungen kennen und gewinnt ein klares Bild über die bei den Kapillaritätserscheinungen auftretenden Kräfte. *W. J.*

Patentschau.

Hellkammer (*Camera lucida*). Von J. H. Blain in Paris. Vom 16. Juni 1892. No. 69569. Kl. 42.



Die beiden Spiegel (bei *a*) sind mit einander durch ein Gelenk verbunden und mittels eines in der Hülse *f* steckenden Zapfens drehbar an einer Stütze angeordnet, die mit dem Kugelgelenk *j* ausgestattet ist, so dass den Spiegeln jede beliebige Stellung sowohl gegen einander, als auch mit Bezug auf ihre mittlere Stellung zur Horizontalen und mit Bezug auf ihre Richtung gegeben werden kann. Die Tragstütze kann aus teleskopartig ausziehbaren Theilen bestehen, um die Spiegel in beliebiger Höhe einstellen zu können.

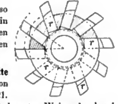
Verstellbarer Schraubenschlüssel. Von M. Schmetz in Aachen. Vom 19. Januar 1893. No. 69619. Kl. 87.

Auf dem Stiele *A* des Schraubenschlüssels, welcher die obere Backe trägt, ist die untere Backe *E* verschiebbar. Dieselbe wird selbthätig durch Klemmdaumen *B*, welche auf den Stiel *A* wirken, festgestellt.

Maassstab für Zeichenzwecke. Von F. H. Hartmann in München. Vom 16. Oktober 1892. No. 69573. Kl. 42.

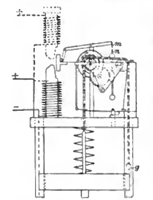
Ein prismatischer Untertheil von trapezförmigem Querschnitt, auf dessen schrägen Flächen sich Millimeter- und 0,8-Millimetertheilung befindet, während seine obere Fläche nur Gliederungsstriche und Bezifferungen besitzt, ist mit einer Auflegeplatte verbunden, welche Gliederungsstriche und Bezifferungen für vier verschiedene Theilungen erbält und mit dem Untertheil durch eine Mutter verbunden werden kann.

Halter zur Herstellung hinterdrehter Fräsemesser. Von R. Haustein in Chemnitz. Vom 16. September 1891. No. 69653. Kl. 49.



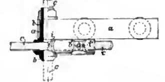
Der Halter zur Herstellung hinterdrehter Fräsemesser ist so eingerichtet, dass die in einen Kopf einspannbaren Fräsemesser *r* in diesem Halter so schräg gehalten werden, dass ihre die Schneidkanten begrenzenden und zu bearbeitenden Seitenflächen einer und derselben Rotationsfläche angehören.

Elektrische Bogenlampe, deren den unteren Kohlenhalter tragende Kette bei den Schwingungen des Laufwerks in Ruhe bleibt. Von L. König in Berlin. Vom 26. August 1891. No. 69488. Kl. 21.



Der Kettenrand c ist in bekannter Weise durch ein Gesperre mit einem Zahnrad konzentrisch verbunden, welches das erste Rad des Laufwerks bildet. Dieses besitzt ferner eine Windfang- oder Pendel- (Balanzier-) Hemmung, welche es am schnellen Ablaufen verhindert und zugleich die Anschlagnase *n*, welche bei einer Windfanghemmung durch ein Sternrad ersetzt ist, trägt. Durch die Schwingungen des Laufrades und den dabei stattfindenden Auf- und Abgang des Kettenrades wird der von diesem herabhängende Kettentheil und der obere Kettenhalter ebenfalls auf- und abbewegt, während der andere Theil der Kette mit dem Gegengewicht *g* oder dem unteren Kohlenhalter ganz oder annähernd in Ruhe bleibt. Gleichzeitig wird das Laufwerk, wenn es nicht gehemmt ist, durch das Gewicht des oberen Kohlenhalters angetrieben. Die Hemmung findet an einer zweiten, ausserhalb des Laufwerkes angebrachten Nase *m* statt, und zwar dann, wenn sich das Laufwerk in dem oberen Theil seines Hubes befindet.

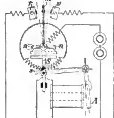
Stahlhalter für Drehbankstähle. Von C. Bauer in Augsburg. Vom 25. Oktober 1892. No. 69682. Kl. 49.



Der Stahlhalter für Drehbankstähle besteht aus einem im Support festzuspannenden Metallstück *a*, in welchem dreh- und feststellbar die Metallführung *bb'* angeordnet ist. Letztere ist mit sich rechtwinklig kreuzenden Bohrungen zur Aufnahme der mittels Schrauben *i* fixirbaren Drehstähle c versehen, so dass diese in jeder Richtung und Lage eingestellt und festgehalten werden können.

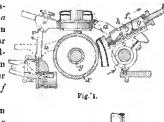
Elektrischer Fernmeldeapparat für Messinstrumente. Von O. Steiger und H. W. Egli in München. Vom 30. August 1892. No. 69571. Kl. 42.

Das Spiel des Messinstrumentes wird auf einen elektrischen Kontakt *m* übertragen, welcher sich zwischen zwei festen, von einander isolirten Kontakten *r* und *v* befindet. Tritt eine Aenderung im Instrumentenstande um die Grösse der zu registrirenden Einheit ein, so erfolgt

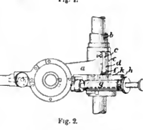


Berührung zwischen dem beweglichen mittleren Kontakt und dem einen oder anderen festen Seitenkontakt. Durch den dabei eintretenden Stromschluss wird an beliebig weit entfernten Zeigerwerken durch elektro-magnetische Verstellung des Zeigers diese Aenderung angezeigt und zugleich am Instrumente selbst die Mittelstellung des Einzelkontaktes zwischen dem Kontaktpaar wieder hergestellt. Die Patentschrift giebt hierzu verschiedene Vorrichtungen an. In der Figur wird der Kontakt *m*, der hier mit zwei Armen *n* versehen ist, durch Reibung auf der Zeigeraxe festgehalten. Tritt Stromschluss ein, so wird der Anker *A* angezogen und dieser bewegt das T-förmige Stellstück *S* gegen die Arme *n*. Hierbei greift der Stift *s* von *S* in das auf der Zeigeraxe befestigte Sperrrad ein und hält auf diese Weise die Axe fest, während gleichzeitig durch Druck auf die Arme *n* der Kontakt *m* in seine Mittelstellung gebracht und so der Strom wieder unterbrochen wird.

Phonograph, bei welchem Phonogrammzylinder von verschiedenem Durchmesser benutzt werden können. Von Edison United Phonograph Company in New-York. Vom 9. September 1891. No. 69568. Kl. 42.

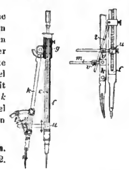

Fig. 1.

Zum Zwecke der Benutzung von Phonogrammzylindern verschiedenen Durchmessers sitzt der Gestellarm *a* mittels Nabe drehbar auf der Leithülse *b*. Zwischen den beiden auf der Armnabe befestigten Flanschen *c* ist drehbar ein Hebel *d* gelagert, der auf dem freien Ende einen keilartig geformten Zahn *f* trägt. Eine Feder presst diesen Zahn gegen einen an Hülse *g* befestigten Flansch *h*; letzterer ist mit Ausschnitten *k* zum Einspringen des Zahnes *f* versehen.


Fig. 2.

Will man nun eine Phonogrammzylinderfläche von kleinerem Durchmesser benutzen, so nimmt man die Walze *x* mitsammt dem Zylinder weg und setzt die kleinere *y* entweder unmittelbar auf die Welle oder auf einen Zylinder von entsprechend kleinerem Durchmesser auf. Darauf schwingt man den am äusseren Ende des Instrumenthalters *u* angebrachten Stützfuss *v* nach links, so dass die Unterseite von *u* auf der zweckmässig einen Theil des Gestelles bildenden Gleitschiene (punktirte Lage Fig. 1) ruht, wodurch die Instrumente in Arbeitsbeziehung zu der neuen Phonogrammzylinderfläche *y* gebracht werden. Eine weitere Einrichtung ermöglicht das Nachstellen des Abdrehmessers für Phonogrammzylinder von kleinerem Durchmesser.

Spiralzirkel. Von J. Feldmeyer und T. Sturm in München. Vom 12. März 1892. No. 69703. Kl. 42.

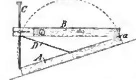

Fig. 1. Fig. 2.

Den beim Gebrauch feststehenden Schenkel bildet eine Schraubenspindel *c*, deren Mutter *u* einen mit einer verstellbaren Rolle *v* versehenen Arm trägt, welcher durch die Drehung des anderen Schenkels *fgk* auf- oder abbewegt wird und hierbei mittels einer Rolle *v* auf eine am beweglichen Schenkel verstellbar angeordnete schiefe Ebene *t* einwirkt. In Folge dessen wird dieser Schenkel allmälig nach aussen bewegt. Bei Anordnung eines zweiten mit verstellbarer Rolle versehenen Armes *m* am beweglichen Schenkel *k* und Versetzung der schiefen Ebene *t* an den feststehenden Schenkel (Fig. 2) können Spiralen mit schnell wachsendem Radius gezogen werden.

Gelenkmassstab mit Vorrichtung zur Messung von Lichtweiten und Winkeln. Von G. Bachschmid in Kempten. Vom 26. August 1892. No. 69739. Kl. 42.

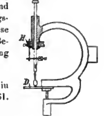
Zum Messen von Lichtweiten ist auf dem obersten Glied des Maassstabes ein mit Theilung versehener, nach beiden Seiten ausziehbarer Schieber angeordnet. Ferner sind auf einem Gelenkbolzen des Maassstabes zwei unabhängig von den Maassstabgliedern und von einander drehbare Gradbögen vorgesehen, welche nach Anlegung ihrer äusseren Kanten an die Schenkel des zu messenden Winkels dessen Grösse mittels ihrer Theilung bestimmen.

Neigungs- und Gefällmesser. Von J. Reidel in Mannheim. Vom 9. Dezember 1892. No. 69952. Kl. 42.



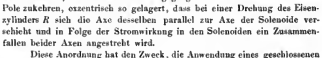
Die Skale ist auf einem an der Aufsatzplatte *A* gelenkig angeordneten geraden Stab *C* angebracht, der bei allen Neigungen durch einen in der Mitte zwischen dem Stabgelenk und Gelenk *a* drehbar befestigten Lenker *D* senkrecht erhalten wird. Dieser Lenker ist an seinem anderen Ende mit einem in der Platte *B* geradlinig geführten Schieber verbunden. Das Messgeräth kann zur Prüfung mit einer auf der senkrechten Skalenstange angeordneten Wasserwaage versehen sein.

Gradbohrmaschine. Von R. Riedmann in Cassel. Vom 12. März 1892. No. 69408. Kl. 83.



Diese Gradbohrmaschine ist gekennzeichnet durch die Vereinigung einer zum Einspannen von Uhrplatten D dienlichen Schraubzwinge und einer mit dem Bügel dieser Zwinge aus einem Stück hergestellten Führungshülse für die gebräuchlichen Zentrirspitzen und Bohrwerkzeuge. Die Hülse trägt ferner einen zylindrischen Ansatz, der als Drehaxe einer die Bewegung der Bohrwerkzeuge vermittelnden Schnurrolle H und zur Befestigung einer Eingriffsprüfungsvorrichtung dient.

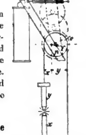
Elektrischer Strom- und Spannungszeiger. Firma Hartmann & Braun in Bockenheim-Frankfurt a. M. Vom 27. November 1892. No. 69561. Kl. 21.



Ein Ring oder Zylinder R aus weichem Eisen ist zwischen zwei Solenoiden SS, welche einander die entgegengesetzten Pole zukehren, exzentrisch so gelagert, dass bei einer Drehung des Eisenzylinders R sich die Axe desselben parallel zur Axe der Solenoide verschiebt und in Folge der Stromwirkung in den Solenoiden ein Zusammenfallen beider Axen angestrebt wird.

Diese Anordnung hat den Zweck, die Anwendung eines geschlossenen Eisenringes bezw. Zylinders zur Verminderung der schädlichen Wirkung des remanenten Magnetismus zu ermöglichen und einen grossen Zeigerausschlag zu erhalten.

Bogenlampe mit Einrichtung zur Vermeidung einer ungleichen Wirkung des Gewichtes der Kohlen beim Abbrand. Von Körting & Mathiesen in Leipzig. Vom 18. Februar 1892. No. 69782. Kl. 21.



Bei einer als Nebenschluss- oder als Differentiallampe ausgebildeten Bogenlampe wird eine beim Abbrand ungleiche Wirkung der Kohlengewichte dadurch vermieden, dass das Verhältniss des Radius des Ketterades e, vermehrt um die waagerechte Entfernung zwischen dem Ankerdrehpunkt p und der Kettenradaxe f, zu dem Radius des Kettenrades, vermindert um diese Entfernung, gewählt ist, gleich den Gewichtsverhältnissen xy der Kohlenstifte. Dies hat den Zweck, die Einstellung des Ankers oder des Solenoidkernes und somit die Lichtbogenspannung bezw. den Lichtbogenwiderstand von der Länge der Kohlenstifte unabhängig zu machen.

Stromzeiger mit einer besonderen Anordnung für genaue Messungen. Firma Siemens & Halske in Berlin. Vom 5. April 1892. No. 69823. Kl. 21. (Zusatz zum Patente No. 67055 vom 5. April 1892.)

Der Stromzeiger ist mit einer zweiten Ablesevorrichtung versehen, um die gelegentliche Ausführung genauer Messungen zu ermöglichen. Dieselbe besteht in einem von Hand drehbaren Knopf g, der durch eine Torsionsfeder mit der Nadelaxe verbunden ist und die Zurückführung der vom Strom beeinflussten Nadel d in ihre Nulllage und die Messung durch Ablesung des Verdrehungswinkels auf der Skale i gestattet.



Verfahren und Vorrichtung zur Regelung der Temperatur eines durch eine Flamme zu beheizenden Körpers. Von H. Kramer in Potsdam. Vom 31. August 1892. No. 69793. Kl. 42.

Bei diesem Verfahren wird die Ausdehnung des zu heizenden Körpers benutzt, um den beweglich angeordneten Brenner so zu verschieben, dass die Wirkung der Flamme auf den zu heizenden Körper verringert, bei erfolgter Abkühlung des letzteren jedoch wieder vergrössert wird.

Fig. 1. Fig. 2.

Die Vorrichtung zur Uebertragung der Längenausdehnung des zu heizenden Körpers A auf den Brenner b besteht aus einem doppelarmigen Hebel c und einer Feder d (Fig. 1) oder aus einem einarmigen Hebel mit Zahnradfragment r und der in letzteres eingreifenden Zahnstange s (Fig. 2).

Zählwerk. Von C. M. Grin in Basel. Vom 6. November 1892. No. 69547. Kl. 42.

Die Nullstellung der auf einer gemeinsamen Welle sitzenden Zählscheiben wird dadurch bewirkt, dass durch Drehen des Knopfes b die in Aushöhlungen der Scheiben S angeordneten spiralförmigen Mitnehmerscheiben c die an den Zählscheiben befestigten federnden Klinken mitnehmen. Soll das mit dem Zählwerk verbundene Läutewerk bethätigt werden, sobald das Zählwerk eine voraus bestimmte Zahl anzeigt,

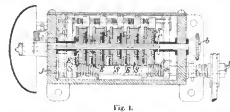


Fig. 1. Fig. 2.

so bringt man die Scheiben E, den Zählscheiben S gegenüber, in solche Stellungen, dass, sobald das Zählwerk die beabsichtigte Zahl anzeigt, sämmtliche Zähne l, Fig. 2, des Rechens L in die Einschnitte der Scheiben E einfallen. Der Rechen L rückt alsdann das Läutewerk aus, und die Schwingungen der Welle J können das Läutewerk bethätigen.

Braunstein-Kohlen-Elektrode für galvanische Elemente. Chemnitzer Haustelegraphen-Telephon- und Blitzableiterbauanstalt A. A. Thranitz in Chemnitz. Vom 28. Mai 1892. No. 69465. Kl. 21.



Bei Braunstein-Kohlen-Elektroden für galvanische Elemente, die aus einzelnen, auf einander gesetzten, einen Kohlenstab umgebenden Braunsteinringen bestehen, werden ineinander greifende Vorsprünge und Vertiefungen auf den einander zugekehrten Flächen der einzelnen Braunsteinringe angeordnet, zum Zweck, die Oberfläche der Elektrode zu vergrössern und zugleich ein Verschieben der Braunsteinringe gegen einander zu verhindern.

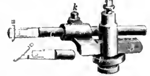
Elektrizitätszähler mit veränderlicher Luftdämpfung. Von A. Schulzwoida in Schöneberg b. Berlin. Vom 15. September 1892. No. 69605. Kl. 21.

Durch Einwirkung einer festen, vom Strom durchflossenen Spule auf einen passend angeordneten Magnet- oder Eisenkörper oder ein Solenoid werden einige mit dem schwingenden Körper einer Uhr (Unruhe oder Pendel) verbundene und oszillirende Windflügel in der Neigung ihrer Flächen verändert. Durch den von dem schwingenden System zu überwindenden mehr oder weniger grossen Luftwiderstand wird ein Gangunterschied dieser Uhr gegenüber einer richtig gehenden Uhr hervorgerufen, welches als Maass der verbrauchten Ampère- oder Watt-Stunden dient.

Für die Werkstatt.

Bohrstahlhalter. *Bayr. Industrie- und Gewerbebl. 26. S. 406. (1894.)*

Schon mehrfach ist an dieser Stelle über Stichelhalter berichtet worden, u. A. über den von Fahra angegebenen (vgl. *1892. S. 116*), der sich auch neuerdings ganz vorzüglich bewährt hat; es sei nur nebenbei bemerkt, dass Bessemerstahl mit einem Spahn von 10 *mm* Breite damit gedreht wird.



An dem oben angegebenen Ort ist ein Hilfsstück zu diesem Stichelhalter beschrieben, welches zum Ausdrehen von Löchern bestimmt ist. Wie die Figur zeigt, besteht dies Stück aus einem Arm A, der in der üblichen Weise in dem Stichelhalter B befestigt wird und seitlich eine mit der Spindelaxe parallele Bohrung besitzt. Eine Bohrstange C, d. h. ein Stück Rundstahl, in welches am vorderen Ende ein Stichel eingesetzt ist, füllt die Bohrung aus und kann mittels der Klemmschraube k festgeklemmt werden. Die Nebenfigur giebt eine andre Anordnung des Stichels an, in der man auch Stirnflächen bedrehen kann.

Wenn auch das hier benutzte Stichelhaus eine bedeutende Festigkeit besitzt, so scheint es dennoch gewagt, an dem seitlichen Arm nochmals einen langen Hebelarm anzusetzen und erst an diesem den Stichel anzubringen. Zweckmässiger ist es und wohl für alle Fälle ausreichend,

die Stange *C* allein mit Hilfe einer keilförmig ausgefeilten Platte direkt auf den Support zu klemmen, wie dies ja auch in manchen Werkstätten mit bestem Erfolge angewendet wird.

K. F.

Eine neue Art Treibschnuren. *Bayr. Industrie- und Gewerbebl.* ***26.*** *S. 472 (1894).*

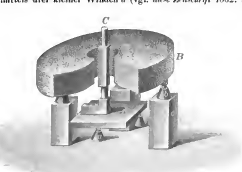
Alle Arten Treibschnuren haben den grossen Mangel leichter Brechbarkeit, zumal wenn sie über Schnurscheiben von kleinem Durchmesser geführt werden. Als besonderer Uebelstand tritt im letzteren Falle noch die Unvollkommenheit der Oesenverbindung auf.

Die Firma Graf & Co. in Leipzig-Gautsch erzeugt neuerdings Schnuren ohne Knotenverbindung mit Endösen, die nicht über die Schnur hervorstehen, also beim Passiren der Schnurscheiben nicht „schlagen". Eine 4 bis 6 *mm* starke Schnur soll mindestens fünf Monate halten; dabei ist der Preis nur unwesentlich höher als von gewöhnlichen Schnuren. Hergestellt werden die Schnuren in Dimensionen von 3 bis 15 *mm* Durchmesser. *K. F.*

Verfahren zum Aufsetzen von Schleifsteinen auf die Schleifsteinwelle. Von K. Friedrich.

Das Aufbringen eines Schleifsteines auf die zugehörige Welle ist in den meisten Werkstätten eine unangenehme, zeitraubende und nie genau genug ausfallende Arbeit, bei der man froh ist, dass sie nicht oft auszuführen ist. Ein Verfahren, nach welchem der Stein nach dem Aufsetzen mit grösster Vollkommenheit läuft und welches in äusserst kurzer Zeit zum Ziele führt, wird nach Angabe von C. Reichel in der mechanischen Werkstatt von Friedrich & Görs mit bestem Erfolge angewendet.

Die Ausführung dieses Verfahrens zeigt die beigegebene Figur. Eine ebene Platte *A* wird mittels drei kleiner Winden *a* (vgl. *diese Zeitschrift 1882. S. 295*), sogenannter „Thürmchen", nach einer groben Aufsatzlibelle horizontirt. Auf dieser Platte wird die Schleifsteinwelle *C* mit ihrem zur Axe rechtwinkligen Ende, an dem die Trittpleuelstange angesetzt wird, aufgestellt und mittels eines Bolzens befestigt. Unabhängig von dieser Aufstellung wird der Schleifstein *B* ebenfalls mittels dreier Thürmchen *b* und entsprechend hoher Untersätzen *c* horizontal so aufgestellt, dass er mit seinem vierkantigen axialen Loche die Welle umgiebt. Der Schleifstein wird nun solange auf seiner Unterlage verschoben, bis der zylindrische Mantel nach einem Holzmaassstab überall gleichen Abstand von der Welle zeigt. Dann verschmiert man die untere Oeffnung um die Welle herum mit Thon und giesst den Raum mit Chamotte voll, die dann in zwei bis drei Tagen bei öfterem Anfeuchten erhärtet.



Das Verfahren nimmt etwa eine halbe Stunde Zeit in Anspruch und giebt ganz vorzügliche Resultate. Jedes „Schlagen" des Steines nach der Seite hin kann vollständig vermieden werden, was sich beim alten Verfahren entweder gar nicht oder nur mit grösster Mühe vermeiden lässt. Auch das Nachdrehen des Steines, das wegen der unrunden Form stets ausgeführt werden muss, erfordert bei dieser Methode in Folge der genaueren Ausrichtung weniger Arbeit.

Berichtigung.

In der Mittheilung: Ueber eine Verbesserung an Halbschattenpolarisatoren von Prof. Dr. F. Lippich lies:

S. 326 Zeile 12 von unten: Vervielfachung statt Vereinfachung.
„ 327 „ 2 „ oben: $2ab$ statt zab.
„ „ „ 17 „ oben: 2φ „ $z\varphi$.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Prof. Dr. **Abbe** und **H. Haensch.**

Redaktion: Prof. Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XIV. Jahrgang.	**Dezember 1894.**	Zwölftes Heft.

Zur Geschichte der Entwicklung der mechanischen Kunst.

(Fortsetzung von *Jahrgang 1887. S. 208.*)

3. Die Krüss'sche Werkstatt in Hamburg.

An die letzten noch von Dr. L. Loewenherz gegebenen Mittheilungen, welche sich mit der Repsold'schen Werkstatt in Hamburg beschäftigten, schliessen wir jetzt einen kurzen Bericht über die am gleichen Ort befindliche Krüss'sche Werkstatt an, welche am 11. November dieses Jahres auf ein 50jähriges Bestehen unter der jetzigen Firma A. Krüss zurückblicken konnte.

Das Geschäft selbst ist weit älteren Datums; es wurde im Jahre 1796 durch Edmund Gabory, den Urgrossvater des jetzigen Inhabers, in Hamburg begründet. Derselbe hatte seine Ausbildung bei Jesse Ramsden in London genossen. Ramsden war bekanntlich selbst ein Schüler John Dollond's und schon in seinem 33. Jahre, im Jahre 1763, standen seine Arbeiten in grossem Rufe; er vollendete im Jahre 1774 die erste zur sichern und schnellen Ausführung guter Theilungen brauchbare Kreistheilungsmaschine.[1] Edmund Gabory errichtete am Anfange der neunziger Jahre in London, Holborn, eine eigene Werkstatt; er scheint dort ähnliche Gegenstände wie Ramsden hergestellt zu haben; noch vorhandene Fabrikate von ihm aus jener Zeit (Maassstäbe, Mikrometer u. s. w.) zeigen eine besonders sorgfältige und exakte Ausführung.

In Hamburg begründete er im Jahre 1796 neben einem offenen Verkaufsgeschäfte sofort wieder eine Werkstatt. Durch seine Geschicklichkeit, grossen Fleiss und bescheidene Ansprüche gewann er hier bald festen Boden und erfreute sich eines guten Fortganges seines Geschäftes. Auf dem Giebel seines Hauses erbaute er sich eine Sternwarte; bei seinen astronomischen Beobachtungen unterstützte ihn seine Frau, indem sie ihn zeitweilig ablöste. Um Nachts entdecken zu können, wenn der Himmel sich aufklärte, hatte er über seinem Bette ein Oberlicht angebracht; seine Frau konnte noch in hohem Alter aus der Stellung der Gestirne zu diesem Beobachtungsfenster zu jeder Jahreszeit die Zeit bestimmen. Edmund Gabory hielt in einem grossen Saal seines Hauses meistens an den Sonntag Vormittagen lebhaft besuchte Vorträge über die neuesten Forschungen auf dem Gebiete der Physik; ein noch vorhandenes Zeitungsblatt aus dem Jahre 1807 enthält die Anzeige über einen solchen Vortrag „über die interessantesten Wirkungen zweier verbundenen grossen galvanischen Säulen von 80 Plattenpaaren, Zerlegung des Wassers in seine beiden Grundstoffe und Wiederherstellung desselben durch den elektrischen Funken, die medizinische Anwendung der gemeinen und galvanischen Elektrizität“.

[1]) *Diese Zeitschrift 1882. S. 376.*

Zu diesen Vorträgen hatte er die nothwendigen Instrumente selbst angefertigt und ein ganzes Zimmer mit den verschiedensten Versuchsmodellen gefüllt; unter diesen erregte damals besondere Aufmerksamkeit das Modell eines Pferdes in Lebensgrösse, welches durch Drehen einer Kurhel in natürliche Bewegung gebracht wurde; dieses Modell sollte innerhalb des Zimmers zu gymnastischen Zwecken der darauf Reitenden dienen, in ähnlicher Weise wie die modernen Apparate zur schwedischen Zimmergymnastik.

In Folge der Besitzergreifung der Stadt Hamburg durch die Franzosen am 19. November 1806 wurde Gabory erheblich in seinem Geschäftsbetriebe gestört; seine Fernrohre wurden ihm fortgenommen und auf den Thürmen zur Beobachtung der Umgebung benutzt.

Edmund Gabory hatte sich im Jahre 1813 bei seinen Arbeiten eine schwere Verletzung zugezogen und erlag Ende desselben Jahres seinen Leiden. Seine beiden Kinder, Edmund Nicolaus Gabory und dessen Schwester, setzten sein Geschäft fort, in welches später der Gatte der letzteren, Andreas Krüss, eintrat.

Nach Heranwachsen der Söhne der beiden Inhaber trennten sie sich im Jahre 1844 und die beiden Geschäfte wurden unter der Firma Edm. Gabory und A. Krüss 42 Jahre neben einander fortgesetzt, bis im Jahre 1886 dasjenige von Edm. Gabory an die Firma A. Krüss mit überging.

Andres Krüss nahm sofort seinen ältesten Sohn Edmund Johann Krüss mit ins Geschäft. Derselbe hatte in Stuttgart seine technische Ausbildung genossen. Gleichzeitig mit Edmund Gabory war nämlich ein junger Württemberger Namens Baumann, Lehrling bei Ramsden, in London gewesen, da ja im vorigen Jahrhundert die Präzisionsoptik und -mechanik in England blühte, während in Deutschland erst am Ende des Jahrhunderts durch die Münchener Werkstätten der Ruf deutscher Mechanik begründet wurde. Baumann hatte in Stuttgart eine Werkstatt nach Ramsden'schem Muster für Präzisionsmechanik und optische Glasschleiferei eingerichtet. Diese Werkstatt wurde später von dem Hofoptiker und Mechaniker Geiger übernommen und bei diesem trat im Jahre 1841 der Enkel des Edmund Gabory, E. J. Krüss, als Lehrling ein. Er besuchte auch das Stuttgarter Technikum, aus welchem die jetzige Technische Hochschule erwachsen ist, musste aber zu seinem lebhaften Schmerze seine weiteren Studien abbrechen, um seinem Vater beizustehen.

Im Jahre 1848 starb Andres Krüss an der Cholera. E. J. Krüss führte nun das Geschäft zunächst für Rechnung seiner Mutter; im Jahre 1851 übergab dieselbe das Geschäft ihm und seinem Bruder William Andres Krüss. Letzterer hatte in Kiel, Marburg und Berlin Medizin studirt, von früher Jugend an aber ein lebhaftes Interesse und Verständniss für die Technik gezeigt; diese seine Eigenschaften sind bei der späteren Entwicklung des Geschäftes vielfach von grossem Einfluss gewesen.

Während die Selbstanfertigung von Instrumenten nach dem Tode des Begründers des Geschäftes allmälig mehr und mehr in Wegfall gekommen war, richtete E. J. Krüss bald nach seinem Eintritte in das Geschäft wieder eine grössere Werkstatt ein, in welcher nun Dank der Energie und dem rastlosen Streben der Inhaber bald ein reges Leben herrschte. Bereits auf der Weltausstellung in Paris im Jahre 1855 wurde die Firma mit einem Preise gekrönt, wesentlich für ein von ihr hergestelltes grosses Barometer, bei welchem die Skale durch eine eigenartige Uebertragung in sehr grossem Maassstabe hergestellt war,

so dass die Ablesung bequem und genau gemacht werden konnte. Die Anbringung einer Uhr ermöglichte, dass zu bestimmten Zeiten der Barometerstand registrirt wurde.

Die Werkstatt beschäftigte sich mit der Herstellung von Elektrisirmaschinen, Luftpumpen, Dampfmaschinen, Waagen, vor Allem dann auch von aichfähigen Getreidewaagen holländischer Art, entsprechend den von der Hamburger Handelskammer erlassenen Vorschriften. Hieran schloss sich bald eine neue und bedeutungsvolle Fabrikation.

Prof. Josef Petzval in Wien hatte bekanntlich im Jahre 1840, angeregt durch Ettinghausen Berechnungen über photographische Doppelobjektive angestellt, welche in Bezug auf Korrektheit der Zeichnung und auch auf Helligkeit den einfachen Linsen weit überlegen waren. Im Jahre 1857 kam dann noch ein zweites von Petzval berechnetes Objektiv in die Oeffentlichkeit, welches ein ausgedehnteres, scharfes und korrektes Bild ergab. Petzval hatte sich mit Friedrich v. Voigtländer in Verbindung gesetzt, welcher zunächst in Wien, später auch in Braunschweig die Petzval'schen Konstruktionen ausführte. Die Firma A. Krüss errichtete nun im Jahre 1859 eine Schleiferei, in welcher photographische Objektive nach Petzval's Berechnungen hergestellt wurden und zwar Doppelobjektive ohne Fokusdifferenz für Portraits bis zu einer Grösse von 5 *Zoll* Durchmesser, desgleichen Objektive mit grösserer Hinterlinse, orthoskopische Doppelobjektive für Landschaften, Landkarten und Gemälde bis zu 3 *Zoll* Durchmesser. Diese Objektive zeichneten sich nach dem Urtheil von Dr. J. Schnauss in Jena, dem damaligen Vorsitzenden des Allgemeinen deutschen Photographen-Vereins, durch eine bedeutende Lichtkraft bei gleichzeitig sehr grosser Schärfe, Grösse und Tiefe des Bildes vor manchen anderen Fabrikaten aus; sie wurden auf der Weltausstellung in London im Jahre 1862 mit dem ersten Preise gekrönt, nachdem schon 1861 die Hamburgische Gesellschaft zur Beförderung der Künste und nützlichen Gewerbe der Firma für die Leistungen auf diesem Gebiete und die Einführung dieses in Hamburg neuen Industriezweiges die silberne Medaille verliehen hatte.

Neben der Herstellung von photographischen Objektiven beschäftigte sich A. Krüss mit dem Bau grösserer Projektionsapparate, welche unter der Bezeichnung Nebelbilder-Apparate durch ihre vielfache Benutzung zu öffentlichen Vorführungen sehr bekannt und beliebt geworden sind. Der optische Theil dieser Apparate wurde verbessert, wodurch eine grössere Lichtstärke des Bildes erzielt wurde, und namentlich dem Knallgasbrenner eine Form gegeben, welche neben grosser Helligkeit vollständige Gefahrlosigkeit verbürgte, indem die beiden zur Verwendung kommenden Gase, Sauerstoff und Wasserstoff, nicht schon im Brenner selbst, sondern erst nach dem Austritte aus demselben zur Mischung gelangten. Die zu diesen Apparaten dienenden Glasmalereien waren früher fast ausschliesslich aus England und Frankreich bezogen worden. Durch Heranbildung einheimischer, sowie aus dem Auslande herbeigezogener Kräfte gelang es der Firma A. Krüss, diese Glasmalereien nach und nach zu einer Vollendung und Preiswürdigkeit zu bringen, dass nach allen Theilen der zivilisirten Welt diese Bilder versandt wurden. Unter Mithilfe des damals in Hamburg sehr beliebten populären Vortragenden Dr. Küchenmeister wurden auch Serien von astronomischem und geologischem Inhalte zusammengestellt und mit belehrenden Vorträgen versehen, so dass Kunden, welche zum Zwecke öffentlicher Vorführungen Apparate und Bilder erwarben, sofort als „Professoren" damit auftraten.

Hieran reihte sich die Konstruktion der sogenannten „Wunder-Kamera“, ein Projektionsapparat für undurchsichtige Gegenstände. Da bei derselben nicht durchsichtige, also mühsam und kostspielig auf Glas hergestellte Bilder benutzt zu werden brauchen, sondern Visitkartenportraits, sowie jegliche anderen Gegenstände, Medaillen, Münzen, Gemmen u. s. w. im Bilde vergrössert an der Wand gezeigt werden können, so ist die Verwendungsfähigkeit des Apparates naturgemäss eine sehr grosse. A. Krüss' Wunder-Kamera, durch Patente in England, Frankreich und Nordamerika geschützt, verbreitete sich denn auch in sehr grosser Zahl über alle Länder der Welt; sogar mit japanischer Gebrauchsanweisung versehene Apparate dieser Art mussten geliefert werden.

Als in der Mitte der sechziger Jahre, veranlasst durch die grossen Trichinen-Epidemien die Fleischschau allgemeiner eingeführt wurde, hat A. Krüss die schon bisher von ihm verfertigten Mikroskope besonders dafür eingerichtet, indem er, der damals in Holstein erlassenen Verordnung zur Untersuchung des Schweinefleisches auf Trichinen entsprechend, ein besonderes Modell eines Trichinen-Mikroskops konstruirte, welches nach dem Urtheil des damaligen Medizinal-, jetzigen Geheimraths Dr. Bockendahl in Kiel allen Anforderungen der Verordnung entsprach. Die Inhaber der Firma beschäftigten sich selbst viel mit der Untersuchung trichinenhaltigen Fleisches und machten auch eingehende Versuche über die Zeit, welche Fleischstücke von bestimmter Grösse sieden müssen, um sicher zu sein, dass auch im Innern desselben die Temperatur so hoch ist, dass die Trichinen sicher zerstört werden. Die hieraus sich ergebenden Vorschriften wurden durch Veröffentlichung in den Hamburger Tageszeitungen der Bevölkerung nutzbar gemacht.

Nachdem im Jahre 1874 der eine der Brüder, W. A. Krüss, aus dem Geschäft ausgetreten war, nahm der nunmehr alleinige Inhaber E. J. Krüss im Jahre 1876 seinen ältesten Sohn Dr. Hugo Krüss in sein Geschäft auf. Derselbe hatte seine technische Ausbildung in der mechanisch-mathematischen Werkstatt von Dennert & Pape in Hamburg, sowie in der optisch-astronomischen Werkstatt von C. A. Steinheil-Söhne in München genossen und dann zuerst das Polytechnikum und hierauf die Universität in München besucht. Eine Reihe von Jahren war auch der zweite Sohn, Edmund Krüss jr., im Geschäfte thätig, ihm war die kaufmännische Seite unterstellt; er trat später aus, um selbständig eine Fabrik zu übernehmen.

Dr. Hugo Krüss führte nun eine Reihe neuer Zweige in die Fabrikation ein, die wesentlich auf drei Gebiete sich vertheilen: auf die Photometrie, die Spektroskopie und die Herstellung von Projektionsapparaten.

Nachdem in den letzten 10 bis 15 Jahren eine neue Beleuchtungsart, diejenige mittels des elektrischen Bogen- und Glühlichtes, in den Wettkampf mit den bisherigen Beleuchtungsmethoden eingetreten ist und auch diese dadurch zu höheren Leistungen angespornt hat, wurde mehr und mehr die Vornahme von Helligkeitsversuchen erforderlich, durch deren Ergebniss erst ein sicheres Urtheil über die Leistungen der verschiedenen Lichtquellen gewonnen werden kann.

Die zu diesen Helligkeitsversuchen dienenden Instrumente, die Photometer, wurden deshalb mehr und mehr zur Vornahme praktischer Messungen aus der Verborgenheit wissenschaftlicher Laboratorien gezogen. Desgleichen bedurfte die bisher in den Lehrbüchern der Physik nur nebensächlich und stiefmütterlich behandelte Methode der Photometrie der Vertiefung und des Ausbaues. Bei den

neuen Aufgaben, welche der Photometrie erwuchsen, traten auch bisher ungekannte Schwierigkeiten auf, welchen durch Abänderung der früheren Photometer und durch Konstruktion neuer Formen begegnet werden musste. Dr. H. Krüss war einer der ersten, welcher das Gebiet der Photometrie in allen Richtungen theoretisch wie praktisch bearbeitete; ausser vielen Veröffentlichungen in Fachzeitschriften sei hier nur des 1886 erschienenen Handbuches der elektrotechnischen Photometrie gedacht, welches manchem Praktiker zur Einführung in das ihm bisher unbekannte Gebiet wesentliche Dienste leistete.

Hand in Hand mit theoretischen Erörterungen ging die Konstruktion neuer Instrumente und die Verbesserung bisher üblicher. Es sei hier nur erwähnt das Prismenphotometer (1884), welches den Zweck hatte, unter Beibehaltung des Bunsen'schen Prinzipes die beiden zu beobachtenden Flächen zur unmittelbaren Berührung zu bringen, das Kompensationsphotometer (1885) zur Verminderung des Farbenunterschiedes zwischen zwei verschiedenfarbigen Lichtquellen, deren Helligkeit mit einander verglichen werden soll, das Polarisationsphotometer (1888), Apparate zur Photometrirung von Lichtquellen unter verschiedenen Ausstrahlungswinkeln, Glühlampenstativ (1887), optisches Flammenmaass zur Bestimmung der Länge von Flammen auf optischem Wege (1883), sowie dessen Verbindung mit der Amylacetatlampe (1887), Kerzenwaage mit elektrischer Registrirung des Gleichgewichtes (1885), verschiedene Formen der Ausführung von Photometern nach Lummer-Brodhun'schem Prinzip (1894).

In Bezug auf die Spektralapparate wurde neben der Herstellung kleinerer für den Unterricht und technische Zwecke bestimmter Instrumente namentlich die Konstruktion von Spektroskopen mit einer grösseren Anzahl von Prismen mit automatischer Einstellung derselben gründlich durchgearbeitet. Verschiedene Veröffentlichungen namentlich in *dieser Zeitschrift* enthalten die Ergebnisse dieser Arbeiten. Im Verein mit seinem Bruder Dr. G. Krüss, Professor der Chemie in München, wurde von dem jetzigen Inhaber der Firma dann ferner die Konstruktion von Apparaten gefördert, welche zur Kolorimetrie und quantitativen Spektralanalyse dienen; die Resultate dieser Arbeiten sind in einem im Jahre 1890 bei L. Voss in Hamburg erschienenen Handbuche niedergelegt. Die eigenen Konstruktionen der Firma A. Krüss beziehen sich auf Spektralapparate nach Kirchhoff und Bunsen, auf einen Universalspektralapparat für qualitative und quantitative Untersuchungen, einen symmetrischen Spektralspalt, sowie Spektralapparat mit automatischer Einstellung der Prismen. In den verschiedenen Konstruktionen von Kolorimetern wurden die Ideen von Medizinalassessor C. H. Wolff in Blankenese, von Dr. W. Grosse in Vegesack und der Herren Dr. Lummer und Dr. Brodhun von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Charlottenburg verwerthet.

Als die *Laterna magica* in der Form des Skioptikons dem Unterricht mehr dienstbar gemacht wurde, nahm die Firma A. Krüss auch diesen Fabrikationszweig auf. Desgleichen wurden schon seit Jahrzehnten von ihr grössere Projektionsapparate zu wissenschaftlichen Zwecken, zur Projektion der Spektral- und Polarisationserscheinungen mit Kalklicht und elektrischem Lichte hergestellt. Dem Mangel an geeigneten Bildern für den Projektionsapparat wurde durch die Photographie abgeholfen. Eine der grössten, in Bezug auf wissenschaftliche Objekte unerreichte Sammlung von photographischen Negativen, diejenige von Max Fritz in Görlitz ging mit dem 1. Januar 1890 in den Besitz der Firma

A. Krüss über. Die Sammlung besteht aus vielen Tausenden von Aufnahmen für den Unterricht in Zoologie, Botanik, Mineralogie, menschlicher und vergleichender Anatomie, Histologie, Entwicklungsgeschichte, Astronomie, Physik und Chemie, Meteorologie, Länder- und Völkerkunde, Kulturgeschichte, und ist gerade in den letzten vier Jahren von ihrem jetzigen Besitzer in umfangreichster Weise vervollständigt worden. Zur Herstellung dieser Projektionsphotogramme sowie neuer Aufnahmen auf wissenschaftlichem Gebiete wurde ein eigenes photographisches Laboratorium eingerichtet.

Beiträge zur Theorie von Apparaten zur Anfertigung von Mikrometerschrauben.

Von

Ingenieur **Julius Werther** in Berlin.

(Schluss.)

II.

Ich wende mich nun zur Untersuchung der Ungleichförmigkeit, welche in der Drehung zweier mittels eines Zahnräderpaares verbundenen Axen durch die Exzentrizität eines Rades hervorgerufen werden kann. Die Entwicklung soll im Allgemeinen nach der von Leman eingeschlagenen Methode erfolgen, doch ohne in den Einzelheiten an ihr festzuhalten.

Wir nehmen zunächst an, dass das exzentrische Rad treibend wirke. Bei exzentrischer Lagerung eines Rades berühren sich die Theilkreise im Allgemeinen nicht. Tritt aber nach gewisser Drehung der Räder der spezielle Fall der Berührung ein, wie er in der Figur dargestellt ist, so muss ΔOM_1M (Fig. 9) gleichschenklig sein; denn MM_1 ist die Entfernung der Lagermitten und somit gleich der Summe der Theilkreisradien r und r_1, also gleich der Zentrallinie OM_1. Da aber die Exzentrizität $MO = e$ im Vergleich zu OM_1 und MM_1 einen sehr kleinen Werth haben soll, so kann ich $\angle OMM_1$ als einen rechten betrachten.

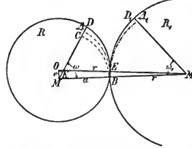


Fig. 9.

Bei der Drehung der Räder werden sich Rollkurven bilden, die von den Theilkreisen abweichen und deren Gestalt von dem Betrage der Exzentrizität, der Grösse der Theilkreisradien, der Theilung und dem Zahnprofil abhängt. Ohne Kenntniss aller dieser Grössen ist eine strenge Lösung ausgeschlossen. Da eine solche aber wegen der Schwierigkeiten der Aufgabe doch nur zu angenäherten Resultaten führen würde, so begnügt sich Leman mit einer möglichst allgemein gehaltenen Darstellung und nimmt an, „dass die entsprechende Unrichtigkeit des Zahneingriffs sich auf beide Räder vertheilt, dass also, wenn die Zähne in Folge der Exzentrizität tiefer als ordnungsmässig in einander eingreifen, der aktive Radius des antreibenden Rades etwas kleiner sein wird als die Entfernung des entsprechenden Punktes des Theilkreises vom Drehpunkt, und entsprechend beim

getriebenen Rade etwas grösser [1]), dass also, wenn MD und $M_1 D_1$ zugehörige Radien sind, etwa A und A_1 die zur Berührung kommenden Punkte der Zahnflanken seien."

Hierzu ist Folgendes zu bemerken: Die gleichmässige Vertheilung des Fehlers auf beide Räder ist eine annehmbare Voraussetzung; die Punkte A und A_1 dagegen berühren sich streng genommen nach der Drehung der Räder um ω bezw. ω_1 im Allgemeinen nicht. Während diese Punkte nämlich nach der genannten Drehung in die Linie MM_1 zu liegen kommen, müssen wir annehmen, dass sich die Rollkurven etwa in der jeweiligen Zentrallinie OM_1 berühren. Da jedoch die Entfernung von A und A_1, wie leicht zu beweisen ist, von der gleichen Ordnung ist wie e^2 und daher vernachlässigt werden darf, und da ferner der zwischen OM_1 und MM_1 liegende Theil der Rollkurven nahezu senkrecht auf OM_1 steht, so hat die Verlegung des Berührungspunktes von OM_1 nach MM_1 auf die Geschwindigkeit des getriebenen Rades keinen nennenswerthen Einfluss. Ich mache daher die nachstehenden Ableitungen in der Weise, als ob sich die Räder in der Linie MM_1 und zwar bei der Anfangsstellung in dem einen Punkt B und nach der Drehung um ω bezw. ω_1 in den zusammenfallenden Punkten A und A_1 berührten.

Bei der Drehung des treibenden Rades um ω komme C nach B, so dass A zwischen C und D zu liegen kommt. Dann ist $CA = n \cdot CD$, wenn n einen echten Bruch bedeutet.

Leman giebt an, dass sich der Werth desselben niemals viel von $1/2$ entferne, betrachtet n für die Rechnung als konstant und folgert:

$$MD = r + e \cos \omega.$$

Diese Grundgleichung ist nicht richtig. Fällen wir nämlich von O auf MD die Senkrechte OK, dann kann diese als ein mit OD um D geschlagener Kreisbogen betrachtet werden; dann ist $DK = r$ und $MK = e \sin \omega$. Wir verändern daher obigen Werth in:

$$MD = r + e \sin \omega.$$

Bezeichnen wir noch MB mit a, dann ergiebt sich $CD = r - a + e \sin \omega$. Nun ist:

$$a = \sqrt{r^2 - e^2} = r\left[1 - \frac{1}{2}\left(\frac{e}{r}\right)^2\right].$$

Da ich auch das Quadrat der kleinen Grösse e vernachlässigen kann, so können wir schreiben $CD = e \sin \omega$ und $M.A = \rho = r + n \,.\, e \sin \omega$.

Da nun die Summe $MA + M_1 A_1 = r + r_1$ werden muss, so erhalten wir $M_1 A_1 = \rho_1 = r_1 - n \,.\, e \sin \omega$.

Es besteht ferner die Beziehung:

$$d\omega_1 = \frac{\rho}{\rho_1}\, d\omega.$$

Setze ich die Werthe für ρ und ρ_1 in letztere Gleichung ein, so ergiebt sich:

$$d\omega_1 = \frac{r + ne \sin \omega}{r_1 - ne \sin \omega}\, d\omega = \frac{r}{r_1}\,\frac{1 + \frac{ne}{r}\sin \omega}{1 - \frac{ne}{r_1}\sin \omega}\, d\omega.$$

[1]) Anm. Diese Auffassung ist nicht richtig, da die aktiven Radien beider Räder in obigem Fall kleiner oder grösser sind als die Entfernung des entsprechenden Punktes des Theilkreises vom Drehpunkt, wie sich aus der Figur ersehen lässt; denn $MA < MD$ und $M_1 A_1 < M_1 D_1$.

Nun ist aber:

$$\frac{1 + \frac{ne}{r}\sin\omega}{1 - \frac{ne}{r_1}\sin\omega} = 1 + \frac{ne(r + r_1)\sin\omega}{r r_1} + \frac{(ne)^2(r + r_1)}{r r_1^2}\sin^2\omega + \ldots$$

Da e eine sehr kleine Zahl ist, so dürfen wir uns mit den ersten beiden Gliedern der Reihe begnügen und erhalten:

$$d\omega_1 = \frac{r}{r_1}\left(1 + \frac{ne(r + r_1)}{r r_1}\sin\omega\right)d\omega,$$

$$\omega_1 = \frac{r}{r_1}\,\omega - \frac{ne(r + r_1)}{r_1^2}\cos\omega + C.$$

Da für $\omega = 0$ auch $\omega_1 = 0$ wird, so ist $C = \frac{ne(r + r_1)}{r_1^2}$, also:

$$\omega_1 = \frac{r}{r_1}\,\omega + \frac{ne(r + r_1)}{r_1^2}(1 - \cos\omega) = \frac{r}{r_1}\,\omega + 2\,\frac{ne(r + r_1)}{r_1^2}\sin^2\frac{\omega}{2}.$$

Machen wir nun einmal die Voraussetzung, dass das exzentrische Rad getrieben werde und geben allen Grössen des getriebenen Rades wiederum den Index 1, so bleibt die Entwicklung genau dieselbe, nur müssen wir die Indizes mit einander vertauschen.

Wir erhalten also:

$$\omega = \frac{r}{r_1}\,\omega_1 + 2\,\frac{ne(r + r_1)}{r^2}\sin^2\frac{\omega_1}{2}.$$

Zum $\angle\,\omega$, den das treibende Rad beschreibt, gehöre nun für den Fall gleichförmiger Uebertragung ein $\angle\,\omega_0$ des getriebenen Rades, so verhält sich:

$$\frac{\omega_0}{\omega} = \frac{r}{r_1};\quad \omega_0 = \frac{r}{r_1}\,\omega.$$

In Folge der Exzentrizität eines der beiden Räder dreht sich aber das getriebene Rad nicht um ω_0, sondern um ω_1. Der Fehler beträgt also:

$$\omega_1 - \omega_0 = \omega_1 - \frac{r}{r_1}\,\omega.$$

Wenn ich die Gleichung für ω mit r/r_1 multiplizire, so ergiebt sich:

$$\frac{r}{r_1}\,\omega = \omega_1 + 2\,\frac{ne(r + r_1)}{r r_1}\sin^2\frac{\omega_1}{2}.$$

Daher können wir die oben entwickelten Gleichungen für ω_1 und ω schreiben in der Form:

$$\omega_1 - \omega_0 = 2\,\frac{ne(r + r_1)}{r_1^2}\sin^2\frac{\omega}{2} \quad \text{und} \tag{7}$$

$$\omega_1 - \omega_0 = -\,2\,\frac{ne(r + r_1)}{r r_1}\sin^2\frac{\omega_1}{2}. \tag{8}$$

In der ersteren erhalten wir also einen Ausdruck für den Umdrehungsfehler, der durch die Exzentrizität des treibenden Rades im getriebenen hervorgerufen wird, in der letzteren dagegen einen Ausdruck für den Umdrehungsfehler eines exzentrischen getriebenen Rades.

Da die rechte Seite beider Endgleichungen nur aus je einem Gliede besteht und nur dann 0 werden kann, wenn der halbe Winkel 0 oder 180°, der ganze also 0 oder 360° beträgt, so können in beiden Fällen nur Schrauben geschnitten werden, die im Verlauf eines ganzen Schraubenganges einfachen Schwindel aufweisen. Sein Maximum wird entstehen, wenn ω bezw. $\omega_1 = 180°$ ist, d. h. wenn das jeweilige exzentrische Rad eine halbe Drehung gemacht hat. Im Allgemeinen

sind die Fehler für beide Fälle dieselben, wenn $r = r_1$ und zugleich $\angle\,\omega$ der Gleichung 7 $= \angle\,\omega_1$ der Gleichung 8 ist, also wenn sich bei einfacher Uebersetzung das exzentrische Rad je um den gleichen Winkel gedreht hat; das Vorzeichen der Fehler ist ein entgegengesetztes.

Ich bezeichne wieder mit d den kleinsten merklichen Drehungsfehler und beabsichtige, diejenige kleinste Exzentrizität zu bestimmen, welche bei gegebenem Umsetzungsverhältniss r/r_1 den Fehler d hervorruft: so muss ich für den Faktor $\sin^2 \omega/2$ bezw. $\sin^2 \omega_1/2$ das absolute Maximum einsetzen. Führe ich dann noch $n = 1/2$ ein, so wird die absolute Exzentrizität, wenn das treibende Rad exzentrisch ist

9)
$$e = \frac{d \, . \, r_1^2}{r + r_1},$$

und wenn das getriebene exzentrisch ist

10)
$$e' = \frac{d \, . \, r r_1}{r + r_1}.$$

Bezeichnen wir nun r/r_1 mit m, dann ist für die Uebersetzung m:

$$e_m = \frac{d \, . \, r_1}{m + 1} \text{ und } e'_m = \frac{md \, . \, r_1}{m + 1}.$$

Für $m = 1$ ergiebt sich also $e_1 = e_1' = \frac{d \, . \, r_1}{2}$.

Folglich verhält sich:

$$\frac{e_m}{e_1} = \frac{2}{m + 1} \text{ und } \frac{e'_m}{e'_1} = \frac{2m}{m + 1}, \text{ so dass } \frac{e_m}{e'_m} = \frac{1}{m} \text{ ist.}$$

Die letzten Ableitungen in Worten ausgedrückt lauten: der Maximalfehler ist der Exzentrizität, die ihn erzeugt, proportional. Für eine einfache Uebersetzung ($m = 1$) ist das Verhältniss der Exzentrizität zum Maximalfehler gleich dem halben Radius. Möge nun eine Exzentrizität e_1 bei einer bestimmten Drehung der gleich grossen Räder einen Fehler d hervorrufen, so will ich die einfache Uebersetzung in m fache verwandeln, und vertausche zu dem Zwecke das treibende Rad mit einem anderen. Ist dann das treibende Rad exzentrisch, so entsteht d, wenn ich e_1 mit $2/(m + 1)$ multiplizire; ist das getriebene exzentrisch, so entsteht d, wenn ich e_1 mit $2m/(m + 1)$ multiplizire. Soll in zwei verschiedenen Fällen der gleiche Maximalfehler durch das getriebene wie durch das treibende Rad erzeugt werden, so ist das Verhältniss der dazu nöthigen Exzentrizitäten das Umsetzungsverhältniss der Räder.

Bamberg wandte bei seinem Apparat die Uebersetzungen 1, $^3/_4$ und $^1/_2$ an. Er veränderte die einfache Uebersetzung zweier Räder mit dem Radius 23 *mm* dadurch, dass er das treibende Rad mit anderen vertauschte, deren Radien $^3/_4 \, . \, 23 = 17{,}25$ bezw. $^1/_2 \, . \, 23 = 11{,}5$ *mm* betrugen.

Es wird also:

$$e_1 = \frac{dr}{2} = \frac{0{,}00031 \, . \, 23}{2} = 0{,}00357 \text{ mm}$$

$$e_{3/4} = \frac{2}{7/4}\, e_1 = \frac{8}{7} \, . \, 0{,}00357 = 0{,}00408 \text{ mm}$$

$$e_{1/2} = \frac{2}{3/2}\, e_1 = \frac{4}{3} \, . \, 0{,}00357 = 0{,}00476 \text{ mm}$$

$$e_1' = e_1 = 0{,}00357 \text{ mm}$$

$$e'_{3/4} = \frac{3}{4} \, . \, 0{,}00408 = 0{,}00306 \text{ mm}$$

$$e'_{1/2} = {}^1/_2 \, . \, 0{,}00476 = 0{,}00238 \text{ mm}.$$

Leman findet dagegen in seinem Anfsatz $e_1 = 0{,}029$, $e_{1/2} = 0{,}011$, $e'_{1/2} = 0{,}022$ und zieht aus seinen Endgleichungen für $\omega_1 - \omega_0$ eine Reihe von Schlüssen, die von den einfachen Folgerungen unserer Gleichungen bedeutend abweichen. Der Grund liegt darin, dass Leman nicht nur in der Grundgleichung den Sinus mit dem Cosinus vertauscht, sondern auch statt des Koeffizienten $ne(r+r_1)/rr_1$, der sich bei der Division von $r + ne \sin\omega / r_1 - ne \sin\omega$ ergiebt, $ne/r + r_1$ bezw. nach den dortigen Bezeichnungen $q/p_1 + p$ einführt, dass er ferner bei der Integration der Gleichung für $d\omega_1$ im ersten Gliede r/r_1 mit dem reziproken Werth vertauscht, den zweiten Summanden aber mit r/r_1 zu multipliziren verabsäumt und vielleicht aus diesem Grunde $\omega_0 = (r_1/r)\,\omega$ statt $= (r/r_1)\,\omega$ berechnet. Ferner sei noch erwähnt, dass Leman bei der Umformung der Gleichung für $d\omega$ ausser der Division noch eine Zerlegung der $f(\omega)$ nach dem Fourier'schen Theorem vornimmt, um sich hierauf mit den wieder erschienenen beiden ersten Summanden der vorher durch Division erhaltenen Reihe zu begnügen. Wenn Leman schliesslich e für eine Bamberg'sche Uebersetzung $^2/_3$ berechnet, so hat er diese Zahl mit der Bamberg'schen $^3/_4$ verwechselt.

Exzentrizitäten von den oben gefundenen Werthen können schon durch ein an der Axe befindliches Stäubchen, durch den Druck, der beim Fräsen ausgeübt wird, durch Verbiegung der Axe u. a. m. hervorgerufen werden; darum ist es klar, dass das Festklemmen der Räder an der Axe durch eine Stellschraube, wie sie der vorliegende Apparat aufweist, unbedingt bedeutende Fehler verursachen wird.

Das grösste Interesse dürfte der allgemeinere Fall beanspruchen, in welchem beide Räder mit Exzentrizitäten versehen sind. Hierbei kann die Entwicklung der Gleichung der Umdrehungsfehler nicht von der Berührungsstellung der Theilkreise aus erfolgen, in welcher der von e und MM_1 eingeschlossene Winkel nicht, wie im vorher besprochenen Fall ein konstanter, sondern ein ganz beliebiger ist; letzterer müsste daher besonders berechnet werden, was jedoch mit grossen Schwierigkeiten verknüpft ist.

Bildet nämlich MM_1 in der Ausgangsstellung der Räder mit e und e_1 die Winkel α bezw. α_1 (Fig 10), so ist nach der Drehung bis zur Berührungsstellung $\angle M_1MO$, ebenso wie $\angle MM_1O_1$ eine Funktion von r, r_1, e, e_1, α und α_1, auf deren Beschaffenheit ich im Folgenden noch zurückkomme.

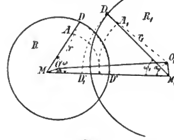


Fig. 10.

Für eine beliebige Ausgangsstellung seien mir nun zwei beliebige Winkel α und α_1 gegeben. Drehen sich die Räder um ω bezw. ω_1, so fallen MD und M_1D_1 in MM_1 zusammen. Hierbei komme D nach D' und D_1 nach D_1', während A und A_1 wiederum angenähert in einen Punkt zusammenfallen. Dann ist AD das n-fache der Entfernung der homologen Theilkreispunkte. Setze ich zur Vereinfachung der Rechnung schon hier $n = 1/2$, so ergiebt sich:

$$AD = A_1D_1 = \frac{D'D_1'}{2}.$$

Nun ist aber

$$MD = r + e\cos(\omega - \alpha),\quad M_1D_1 = r_1 + e_1\cos(\omega_1 - \alpha_1),$$
$$D'D_1' = MD + M_1D_1 - MM_1 = e\cos(\omega - \alpha) + e_1\cos(\omega_1 - \alpha_1);$$



folglich ist:

$$AD = A_1 D_1 = \frac{1}{2}\left\{e \cos(\omega - \alpha) + e_1 \cos(\omega_1 - \alpha_1)\right\}$$

$$\begin{aligned}\rho = MA &= MD - AD \\ &= r + e\cos(\omega - \alpha) - \frac{1}{2}\left\{e\cos(\omega - \alpha) + e_1\cos(\omega_1 - \alpha_1)\right\} \\ &= r\left\{1 + \frac{e\cos(\omega - \alpha) - e_1\cos(\omega_1 - \alpha_1)}{2r}\right\}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_1 = M_1 A_1 &= M_1 D_1 - A_1 D_1 \\ &= r_1 + e_1\cos(\omega_1 - \alpha_1) - \frac{1}{2}\left\{e\cos(\omega - \alpha) + e_1\cos(\omega_1 - \alpha_1)\right\} \\ &= r_1\left\{1 + \frac{e_1\cos(\omega_1 - \alpha_1) - e\cos(\omega - \alpha)}{2r_1}\right\}\end{aligned}$$

Demgemäss ergiebt sich:

$$d\omega_1 = \frac{\rho}{\rho_1}\, d\omega = \frac{r}{r_1} \cdot \frac{1 + \frac{e}{2r}\cos(\omega - \alpha) - \frac{e_1}{2r}\cos(\omega - \alpha_1)}{1 + \frac{e_1}{2r_1}\cos(\omega_1 - \alpha_1) - \frac{e}{2r_1}\cos(\omega - \alpha)} \cdot d\omega,$$

oder angenähert:

$$d\omega_1 = \frac{r}{r_1}\left\{1 + \frac{r + r_1}{2rr_1}\left[e\cos(\omega - \alpha) - e_1\cos(\omega_1 - \alpha_1)\right]\right\} d\omega$$

Da auf der rechten Seite dieser Gleichung $\cos(\omega_1 - \alpha_1)$ mit dem sehr kleinen Werth e_1 multiplizirt ist und sich ω_1 von $\omega_0 = \frac{r}{r_1}\,\omega$ nur durch einen gleichfalls sehr kleinen Werth unterscheidet, so darf ich schreiben:

$$d\omega_1 = \frac{r}{r_1}\left\{1 + \frac{r + r_1}{2rr_1}\left[e\cos(\omega - \alpha) - e_1\cos\left(\frac{r}{r_1}\,\omega - \alpha_1\right)\right]\right\}^{*)} d\omega.$$

Integrire ich nun, so erhalte ich:

$$\begin{aligned}\omega_1 &= \frac{r}{r_1}\,\omega + \frac{r + r_1}{2r_1^2}\left[e\sin(\omega - \alpha) - e_1\frac{r_1}{r}\sin\left(\frac{r}{r_1}\,\omega - \alpha_1\right)\right] + C \\ &= \frac{r}{r_1}\,\omega + \frac{r + r_1}{2rr_1^2}\left[er\sin(\omega - \alpha) - e_1 r_1\sin\left(\frac{r}{r_1}\,\omega - \alpha_1\right)\right] + C.\end{aligned}$$

Für $\omega = 0$ ist $\omega_1 = 0$, daher:

$$C = \frac{r + r_1}{2rr_1^2}\left[er\sin\alpha - e_1 r_1\sin\alpha_1\right]$$

$$\omega_1 = \frac{r}{r_1}\,\omega + \frac{r + r_1}{2rr_1^2}\left[er\left\{\sin(\omega - \alpha) + \sin\alpha\right\} - e_1 r_1\left\{\sin\left(\frac{r}{r_1}\,\omega - \alpha_1\right) + \sin\alpha_1\right\}\right].$$

Wiederum bezeichne ω_0 den Winkel, um welchen sich Rad R_1 drehen muss, wenn die Räder zentrisch gelagert sind und R den $\angle\,\omega$ beschreibt. Dann ergiebt sich für den Drehungsfehler des getriebenen Rades die Grundgleichung:

$$11)\quad \omega_1 - \omega_0 = \frac{r + r_1}{2rr_1^2}\left[er\left\{\sin(\omega - \alpha) + \sin\alpha\right\} - e_1 r_1\left\{\sin\left(\frac{r}{r_1}\,\omega - \alpha_1\right) + \sin\alpha_1\right\}\right].$$

Wenn sich die Räder aus einer beliebigen Stellung, in welcher AD und $A_1 D_1$ die Winkel ω bezw. ω_1 mit MM_1 bilden, bis zur Berührungsstellung drehen, so möge R den $\angle\,x$, R_1 den $\angle\,x_1$ beschreiben. Die Strahlen AD und $A_1 D_1$ befinden sich nunmehr in einer Stellung, in welcher sie mit MM_1 die $\angle\,\Omega$ bezw. Ω_1 einschliessen mögen. Dann ist $\omega = \Omega - x$, $\omega_1 = \Omega_1 - x_1$. Setze ich diese Werthe in

*) Diese Annäherung kann fehlerhaft werden, wenn ω sehr gross wird, weil die Vielfachen von π unter dem Cosinuszeichen fortfallen und die vernachlässigte Grösse nach vielen Umdrehungen gegenüber dem angenäherten Ausdruck zu sehr anwachsen kann.

Gleichung 11 ein, so erhalte ich eine neue Gleichung für die Drehungsfehler als Funktionen von Winkeln Ω, welche von der Berührungsstellung an gerechnet werden. Diese Gleichung ist lösbar für den Fall, dass ich im Stande bin, x und x_1 durch bekannte Grössen auszudrücken. Die Berührungsstellung ist nun aber dadurch charakterisirt, dass $D' D'_1 = 0$ wird, wofür ich schreiben kann:

$$e \cos(\omega - \alpha) + e_1 \cos\left(\frac{r}{r_1}\,\omega - \alpha_1\right) = 0,$$

oder, da $\angle\,\omega$ im vorliegenden Fall nichts Anderes ist als $\angle\,x$:

12) $$e \cos(x - \alpha) + e_1 \cos\left(\frac{r}{r_1}\,x - \alpha_1\right) = 0.$$

Daher ist x und somit auch x_1 durch bekannte Grössen auszudrücken.

Ist mir also gemäss den vorherigen Bezeichnungen eine Gleichung $f(\omega) = 0$ und eine andere $f(\Omega) = 0$ gegeben, so kann ich beide zu einander in Beziehung setzen, da der eine Winkel von dem anderen in bekannter Weise abhängig ist.

Die Gleichung der von der Berührungsstellung an gerechneten Umdrehungsfehler erhalte ich auch dann, wenn ich die Integrationskonstante C für den Fall bestimme, dass $\omega_1 = x_1$ für $\omega = x$ ist, wobei sich die Werthe x und x_1 ebenfalls gemäss der transzendenten Gleichung 12) ergeben. Da die Auflösung derselben zu komplizirten Rechnungen führt, so begnüge ich mich mit der Andeutung der beiden vorhergehenden Methoden.

Um die charakteristischen Punkte der Kurve, welche durch die Grundgleichung dargestellt wird, zu ermitteln, kann ich für r/r_1 bestimmte Zahlenwerthe einsetzen. In den weiteren Entwicklungen handelt es sich dann im Allgemeinen um die Lösung von Gleichungen mindestens dritten Grades. Da dieselben nur für den Fall einfacher Räderübersetzung vermieden werden, so gehe ich im Folgenden von der Voraussetzung aus:

$$r/r_1 = 1.$$

Es seien nun zunächst die Werthe ω zu bestimmen, für welche der Drehungsfehler verschwindet. Zu dem Zwecke setze ich $\omega_1 - \omega_s = 0$ und erhalte:

$$e\left\{\sin(\omega - \alpha) + \sin\alpha\right\} = e_1\left\{\sin(\omega - \alpha_1) + \sin\alpha_1\right\}$$

$$e\left\{\sin\omega\cos\alpha - \cos\omega\sin\alpha + \sin\alpha\right\} = e_1\left\{\sin\omega\cos\alpha_1 - \cos\omega\sin\alpha_1 + \sin\alpha_1\right\}$$

$$(e\cos\alpha - e_1\cos\alpha_1)\sqrt{1 - \cos^2\omega} = (e\sin\alpha - e_1\sin\alpha_1)\cos\omega - (e\sin\alpha - e_1\sin\alpha_1)$$

$$(e\cos\alpha - e_1\cos\alpha_1)^2(1 - \cos^2\omega) = (e\sin\alpha - e_1\sin\alpha_1)^2(\cos\omega - 1)^2$$

$$\cos^2\omega\left\{(e\sin\alpha - e_1\sin\alpha_1)^2 + (e\cos\alpha - e_1\cos\alpha_1)^2\right\} - 2(e\sin\alpha - e_1\sin\alpha_1)^2\cos\omega$$
$$= (e\cos\alpha - e_1\cos\alpha_1)^2 - (e\sin\alpha - e_1\sin\alpha_1)^2$$

$$\cos\omega = \frac{(e\sin\alpha - e_1\sin\alpha_1)^2}{(e\sin\alpha - e_1\sin\alpha_1)^2 + (e\cos\alpha - e_1\cos\alpha_1)^2}$$

$$\pm\sqrt{\frac{(e\sin\alpha - e_1\sin\alpha_1)^4}{[(e\sin\alpha - e_1\sin\alpha_1)^2 + (e\cos\alpha - e_1\cos\alpha_1)^2]^2} + \frac{(e\cos\alpha - e_1\cos\alpha_1)^2 - (e\sin\alpha - e_1\sin\alpha_1)^2}{(e\sin\alpha - e_1\sin\alpha_1)^2 + (e\cos\alpha - e_1\cos\alpha_1)^2}}$$

$$\cos\omega = \frac{(e\sin\alpha - e_1\sin\alpha_1)^2 \pm (e\cos\alpha - e_1\cos\alpha_1)^2}{(e\sin\alpha - e_1\sin\alpha_1)^2 + (e\cos\alpha - e_1\cos\alpha_1)^2}.$$

Führe ich zum Schluss statt dieses Winkels $\dot{\omega}$ die Bezeichnung ω° ein, so ergiebt sich:

13) $$\cos\omega_1^\circ = 1.$$

13a) $$\cos\omega_2^\circ = \frac{(e\sin\alpha - e_1\sin\alpha_1)^2 - (e\cos\alpha - e_1\cos\alpha_1)^2}{(e\sin\alpha - e_1\sin\alpha_1)^2 + (e\cos\alpha - e_1\cos\alpha_1)^2}.$$



Ich reihe an diese Entwicklung die Bestimmung der Winkel ω an, für welche der Drehungsfehler ein Maximum bezw. Minimum wird. Zu dem Zweck setze ich den ersten Differentialquotienten der Gleichung 11 $= 0$ und erhalte:

$$e \cos(\omega - \alpha) - e_1 \cos(\omega - \alpha_1) = 0$$

$$e(\cos\omega \cos\alpha + \sin\omega \sin\alpha) = e_1(\cos\omega\cos\alpha_1 + \sin\omega\sin\alpha_1)$$

$$(e\cos\alpha - e_1\cos\alpha_1)\cos\omega = (e_1\sin\alpha_1 - e\sin\alpha)\sqrt{1-\cos^2\omega}$$

$$(e\cos\alpha - e_1\cos\alpha_1)^2\cos^2\omega = (e\sin\alpha - e_1\sin\alpha_1)^2(1-\cos^2\omega)$$

$$[(e\sin\alpha - e_1\sin\alpha_1)^2 + (e\cos\alpha - e_1\cos\alpha_1)^2]\cos^2\omega = (e\sin\alpha - e_1\sin\alpha_1)^2.$$

Führe ich schliesslich statt dieses Winkels ω die Bezeichnung ω' ein, so erhalte ich:

$$14) \qquad \cos\omega' = \pm \frac{e\sin\alpha - e_1\sin\alpha_1}{\sqrt{(e\sin\alpha - e_1\sin\alpha_1)^2 + (e\cos\alpha - e_1\cos\alpha_1)^2}}.$$

Entwickele ich statt des $\cos\omega_2{}^\circ$ den $\sin\omega_2{}^\circ$, so ist das Resultat gleichfalls ein eindeutiger Bruch. Hieraus folgt, dass von den beiden Winkeln zwischen 0 und 360°, für welche der $\cos\omega_2{}^\circ$ einen eindeutigen Werth hat, nur einer der Gleichung genügen kann. Die Kurve der Drehungsfehler schneidet also im Verlaufe der vollen Drehung nur zweimal die Nulllinie, nämlich einmal für $\omega_1{}^\circ = 0$ bezw. 360°, ein zweites Mal für $\omega_2{}^\circ$, und besitzt demgemäss ein Maximum und ein Minimum, entsprechend dem positiven und negativen Werthe für ω'.

Es ist leicht zu beweisen, dass $\cos\omega_2{}^\circ$ und $\cos\omega'$ für alle beliebigen Kombinationen von e, e_1, α und α_1 reell bleiben. Daher ist es ausgeschlossen, dass eine der genannten charakteristischen Punkte imaginär wird. Ein Spezialfall tritt nur dann ein, wenn sowohl die beiden Werthe für ω°, als auch die beiden Werthe für ω' je in einen einzigen zusammenfallen. Die Bedingung hierfür ist:

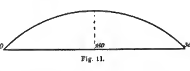


Fig. 11.

$$e\cos\alpha = e_1\cos\alpha_1.$$

In diesem Fall schneidet die Kurve zwischen 0 und 360° die Nulllinie nicht und besitzt ihre grösste Abweichung für $\omega = 180°$ (s. Fig. 11).

Die Bedingung $e\sin\alpha = e_1\sin\alpha_1$ erzeugt dagegen eine Kurve, welche die Abszissenaxe nach jeder halben Drehung schneidet und für $\omega = 90$ bezw. 270° die grösste Abweichung besitzt (s. Fig. 12).

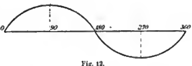


Fig. 12.

Unter allgemeineren Voraussetzungen sind die beiden Aeste nicht symmetrisch; durch Verkleinerung des einen degenerirt die zweiästige Kurve (Fig. 12) schliesslich zu der einästigen (Fig. 11).

Mit einigen Spezialfällen will ich die Betrachtung der Kurve abschliessen.

Sei z. B. 1. $\quad e = e_1$, so erhalte ich: $\cos\omega_1^\circ = +1$

$$\cos\omega_2^\circ = \frac{2\cos(\alpha+\alpha_1) - \cos 2\alpha - \cos 2\alpha_1}{2\{1-\cos(\alpha-\alpha_1)\}}$$

$$= \frac{2\cos(\alpha+\alpha_1) - 2\cos(\alpha+\alpha_1)\cos(\alpha-\alpha_1)}{2\{1-\cos(\alpha-\alpha_1)\}}$$

$$= \cos(\alpha+\alpha_1).$$

Ferner ergiebt sich:

$$\cos \omega' = \pm \frac{\sin \alpha - \sin \alpha_1}{\sqrt{2\left\{1 - \cos(\alpha - \alpha_1)\right\}}} = \pm \frac{2 \cos \frac{\alpha + \alpha_1}{2} \sin \frac{\alpha - \alpha_1}{2}}{2 \sqrt{\frac{1 - \cos(\alpha - \alpha_1)}{2}}}.$$

Da nun

$$\sin \frac{\alpha - \alpha_1}{2} = \sqrt{\frac{1 - \cos(\alpha - \alpha_1)}{2}}$$

ist, so folgt:

$$\cos \omega' = \pm \cos \frac{\alpha + \alpha_1}{2}.$$

2. Wenn die beiden Theilkreise sich berühren, so genügt $\angle \omega$, um welchen sich das treibende Rad bis zur Berührungsstellung gedreht hat, wie oben festgestellt, der Gleichung:

$$e \cos(\omega - \alpha) + e_1 \cos\left(\frac{r}{r_1}\omega - \alpha_1\right) = 0.$$

Findet die Berührung schon in der Ausgangsstellung statt, also für $\omega = 0$, und ist ausserdem $e = e_1$, so lautet obige Gleichung:



Fig. 11.

$$\cos \alpha = - \cos \alpha_1,$$

oder je nachdem in diesem Fall bei der Berührung der Theilkreise die Linien MM_1 und OO_1 parallel sind oder einander kreuzen (Fig. 13):

$$\sin \alpha = \pm \sin \alpha_1.$$

Sind die beiden Sinuswerthe gleichnamig, dann folgt:

$$\left.\begin{array}{l}\cos \omega^\circ = \pm 1 \\ \cos \omega' = 0\end{array}\right\} \text{ vgl. Fig. 12;}$$

sind sie ungleichnamig:

$$\cos \omega^\circ_1 = +1, \cos \omega^\circ_2 = -\cos 2\alpha, \ \cos \omega' = \mp \sin \alpha.$$

Ich gehe nun dazu über, für gewisse Spezialfälle diejenigen kleinsten Exzentrizitäten zu bestimmen, welche den kleinsten wahrnehmbaren Drehungsfehler d hervorrufen, und will zunächst annehmen, dass ausser $r = r_1$ auch $e = e_1$ ist. Dann lautet die Gleichung 11):

$$d = \frac{e}{r}\left\{\sin(\omega - \alpha) + \sin \alpha - \sin(\omega - \alpha_1) - \sin \alpha_1\right\}$$

$$= \frac{e}{r}\left\{(\cos \alpha - \cos \alpha_1) \sin \omega + (\sin \alpha - \sin \alpha_1)(1 - \cos \omega)\right\}$$

$$= -\frac{2e}{r}\left\{\sin \frac{\alpha + \alpha_1}{2} \sin \frac{\alpha - \alpha_1}{2} \sin \omega - \sin \frac{\alpha - \alpha_1}{2} \cos \frac{\alpha + \alpha_1}{2}(1 - \cos \omega)\right\}$$

$$= \frac{4e}{r} \sin \frac{\alpha - \alpha_1}{2} \sin \frac{\omega}{2}\left\{\cos \frac{\alpha + \alpha_1}{2} \sin \frac{\omega}{2} - \sin \frac{\alpha + \alpha_1}{2} \cos \frac{\omega}{2}\right\}$$

$$= \frac{4e}{r} \sin \frac{\alpha - \alpha_1}{2} \sin \frac{\omega}{2} \sin \frac{\omega - (\alpha + \alpha_1)}{2}.$$

Um die kleinsten Exzentrizitäten zu erhalten, nehme ich an, dass d der grösste Drehungsfehler sei, welcher erzeugt werden kann. Setze ich daher

$$\cos \omega = \pm \cos \frac{\alpha + \alpha_1}{2}$$

und bezeichne vorübergehend den Werth

$\frac{4e}{r} \sin \frac{\alpha - \alpha_1}{2}$ mit c, so ergiebt sich:

$$d = c\sqrt{\frac{1 \mp \cos\frac{\alpha+\alpha_1}{2}}{2}}\left\{\sqrt{\frac{1 \mp \cos\frac{\alpha+\alpha_1}{2}}{2}}\cos\frac{\alpha+\alpha_1}{2} - \sqrt{\frac{1 \pm \cos\frac{\alpha+\alpha_1}{2}}{2}}\sin\frac{\alpha+\alpha_1}{2}\right\}$$

$$= c\left\{\frac{1 \mp \cos\frac{\alpha+\alpha_1}{2}}{2}\cos\frac{\alpha+\alpha_1}{2} - \sqrt{\frac{1-\cos^2\frac{\alpha+\alpha_1}{2}}{4}}\sin\frac{\alpha+\alpha_1}{2}\right\}$$

$$= 2\frac{e}{r}\sin\frac{\alpha-\alpha_1}{2}\left\{\cos\frac{\alpha+\alpha_1}{2} \mp \cos^2\frac{\alpha+\alpha_1}{2} - \sin^2\frac{\alpha+\alpha_1}{2}\right\}.$$

Demgemäss existiren zwei verschiedene Werthe gleicher Exzentrizitäten, welche den kleinsten Drehungsfehler als Maximum oder Minimum hervorrufen. Dieselben lanten:

$$15)\quad e' = -\frac{dr}{2\sin\frac{\alpha-\alpha_1}{2}\left(1-\cos\frac{\alpha+\alpha_1}{2}\right)} = -\frac{dr}{4\sin\frac{\alpha-\alpha_1}{2}\sin^2\frac{\alpha+\alpha_1}{4}}.$$

$$16)\quad e'' = \frac{dr}{2\sin\frac{\alpha-\alpha_1}{2}\left\{\cos(\alpha+\alpha_1)+\cos\frac{\alpha+\alpha_1}{2}\right\}} = \frac{dr}{4\sin\frac{\alpha-\alpha_1}{2}\cos\frac{3(\alpha+\alpha_1)}{4}\cos\frac{\alpha+\alpha_1}{4}}.$$

e' und e'' nehmen ihren kleinsten Werth an, wenn wir die im Nenner auftretenden Sinus- und Cosinuswerthe gleichzeitig zu ± 1 machen. Setzen wir ferner für d den Werth 0,00031 *mm* nnd für r den Werth 23 *mm* ein, so erhalten wir:

$$e' = e'' = \frac{dr}{4}\,(\text{absol.}) = 0{,}0018.$$

Unter der Voraussetznng des Vorhandenseins nur einer Exzentrizität und gleicher Theilkreisradien von je 23 *mm* habe ich im vorigen Theil dieser Arbeit festgestellt, dass e znr Erzeugnng von $d = 0{,}00031$ *mm* mindestens $dr/2 = 0{,}00357$ *mm* betragen müsse. Somit ergiebt sich, dass zur Hervorbringnng von d nnter der Annahme von zwei gleich grossen Exzentrizitäten e und e_1 jede derselben nur halb so gross zu sein braucht wie der eine Werth e nnter der Annahme nnr einer Exzentrizität.

Nachdem ich d für den Fall gleicher Exzentrizitäten bestimmt habe, will ich nun von der Voraussetzung ausgehen, dass e und e_1 verschieden gross sind und dass dagegen α nnd α_1 in einem bestimmten Verhältniss zu einander stehen. Dieses sei dadnrch bedingt, das sich die beiden Theilkreise in der Anfangstellung berühren, dass also

$$\cos\alpha = -\cos\alpha_1,\quad \sin\alpha = \pm\sin\alpha_1 \text{ ist.}$$

Die Grundgleichung lautet für $r = r_1$:

$$dr = e\left\{\sin(\omega-\alpha) + \sin\alpha\right\} - e_1\left\{\sin(\omega-\alpha_1) + \sin\alpha_1\right\}$$

$$= e\left\{\sin\omega\cos\alpha - \cos\omega\sin\alpha\right\} - e_1\left\{\sin\omega\cos\alpha_1 - \cos\omega\sin\alpha_1\right\} + e\sin\alpha - e_1\sin\alpha_1.$$

Sei nun:

$$\text{a)}\quad \cos\alpha = -\cos\alpha_1;\quad \sin\alpha = -\sin\alpha_1,$$

so geht obige Gleichung in die folgende über:

$$dr = (e+e_1)\sin\omega\cos\alpha - (e+e_1)\cos\omega\sin\alpha + (e+e_1)\sin\alpha$$

$$= (e+e_1)\left\{\cos\alpha\sin\omega + \sin\alpha(1-\cos\omega)\right\}.$$

Um die kleinste Summe von Exzentrizitäten zu erhalten, welche d hervorruft, setze ich wiederum statt $\angle\,\omega$ den $\angle\,\omega'$ ein. Die Gleichung für letzteren Winkel lautet nnter obiger Voraussetznng:

$$\cos\omega' = \frac{(e+e_1)\sin\alpha}{\pm\sqrt{(e+e_1)^2(\sin^2\alpha + \cos^2\alpha)}}$$

$$= \pm\sin\alpha.$$

Diesen beiden Werthen entsprechen, wie leicht zu beweisen ist, die Werthe:

$$\sin \omega' = \mp \cos \alpha.$$

Setze ich diese Ausdrücke in die Gleichung der Drehungsfehler ein, so ergiebt sich:

17) $$dr = (e + e_1)[\mp \cos^2 \alpha + \sin \alpha (1 \mp \sin \alpha)] = (e + e_1)(\pm 1 + \sin \alpha).$$

Ist $\sin \alpha = +1$ bez. -1, so wird

17a) $$e + e_1 = \pm dr/2.$$

Für den Fall nur einer Exzentrizität ergab sich die Gleichung:

$$e = \pm dr/2.$$

Somit ruft die Summe der Exzentrizitäten im ersten Fall den gleichen Drehungsfehler hervor wie die eine Exzentrizität e allein im zweiten Fall. Die Wirkungen von e und e_1 addiren sich also unter gewissen Voraussetzungen.

Machen wir nun dagegen die Annahme:

b) $$\cos \alpha = -\cos \alpha_1, \ \sin \alpha = \sin \alpha_1.$$

Dann geht Gleichung 11 in die folgende über:

$$dr = (e + e_1) \sin \omega \cos \alpha - (e - e_1) \cos \omega \sin \alpha + (e - e_1) \sin \alpha.$$

Sei z. B. $\alpha = \pi/2$, so wird:

$$dr = (e - e_1)(1 - \cos \omega)$$

$$e - e_1 = \frac{dr}{1 - \cos \omega}.$$

Setze ich $\cos \omega = -1$, so erhält die Differenz $(e - e_1)$ ihren kleinsten Werth und es ergiebt sich:

18) $$(e - e_1) = dr/2.$$

Dieses Beispiel zeigt, wie sich die Wirkungen der Exzentrizitäten aufheben können, wie es also unter gewissen Verhältnissen gar nicht auf den absoluten Werth der Exzentrizitäten selbst, sondern nur auf ihre Differenz ankommt. Die letzten Rechnungen sollten hauptsächlich dazu dienen, die Hypothesen über die Wirkung mehrerer Exzentrizitäten zu erhärten, welche Leman am Schlusse seiner Arbeit in folgende Worte kleidet:

„Man sieht also, dass schon äusserst geringe Exzentrizitäten genügen, Fehler von der angegebenen Grösse zu erzeugen, und wird ... leicht ermessen können, bis zu welcher Grösse dieselben wachsen können, wenn man Exzentrizitäten in allen vier Rädern (des Bamberg'schen Apparats) annimmt, die sich zwar zum Theil in ihren Wirkungen aufheben, sich aber ebensowohl auch addiren können."

Um die Annahme zu stützen, dass der echte Bruch n ungefähr den Werth $^1/_2$ hat, fährt Leman fort: „Unter dieser Annahme verschwindet auch die scheinbare Willkür in der Wahl des Werthes n; denn es darf nicht vergessen werden, dass, wenn man in dem einen Rad eines Paares n grösser als $^1/_2$ annimmt, man es dafür im Partner um ebensoviel kleiner nehmen muss, und es ist leicht einzusehen, dass für den Totaleffekt beider Räder der gewählte Werth das günstigste Resultat ergiebt."

Diejenigen bisher besprochenen Kurven, für welche ich die charakteristischen Punkte bestimmt habe, haben die Eigenthümlichkeit gemeinsam, dass alle um die Abszisse 2π von einander entfernten Ordinaten gleich gross sind. Da sich also der Verlauf der Kurve, welcher sich in der ersten vollen Drehung ergiebt, in

jeder folgenden wiederholt, so ist durch die Bestimmung der Drehungsfehler zwischen 0° und 360° das Aussehen der gesammten Kurve bekannt. Anders verhält es sich mit der in Gleichung 11) dargestellten Kurve für beliebige Räderübersetzung. Macht in diesem Fall das getriebene Rad nach einer Drehung um ω_1 einen bestimmten Fehler, so verändert sich dieser nach jeder vollen Drehung dieses Rades; er besitzt nach einer Anzahl von Drehungen seinen kleinsten Werth, wächst bis zu einem Maximum und kehrt wieder zu dem Anfangswerth zurück.

Sei z. B. der Fehler d für einen bestimmten Winkel ω_1 ausgedrückt durch die Gleichung:

$$d = \frac{r + r_1}{2 r r_1^2} \left[e r \left\{ \sin\left(\frac{r_1}{r} \omega_1 - \alpha\right) + \sin\alpha \right\} - e_1 r_1 \left\{ \sin(\omega_1 - \alpha_1) + \sin\alpha_1 \right\} \right],$$

so geht derselbe nach x weiteren vollen Drehungen von R_1 über in

$$d_1 = \frac{r + r_1}{2 r r_1^2} \left[e r \left\{ \sin\left(\frac{r_1}{r} 2\pi x + \frac{r_1}{r} \omega_1 - \alpha\right) + \sin\alpha \right\} - e_1 r_1 \left\{ \sin(\omega_1 - \alpha_1) + \sin\alpha_1 \right\} \right].$$

Der Zuwachs des Fehlers nach x vollen Drehungen von R_1 beträgt also:

$$d_1 - d = \frac{(r + r_1) e}{2 r_1^2} \left\{ \sin\left(\frac{r_1}{r} 2\pi x + \frac{r_1}{r} \omega_1 - \alpha\right) - \sin\left(\frac{r_1}{r} \omega_1 - \alpha_1\right) \right\}. \tag{19}$$

Die Werthe von x, für welche $d_1 - d = 0$ wird, und diejenigen Werthe, für welche diese Differenz zum Maximum bezw. Minimum wird, können hiernach bestimmt werden.

Es ist ersichtlich, dass die Form der Kurve eine verhältnissmässig komplizirte ist, von welcher ich nur das eine hervorhebe, dass die Maxima bezw. Minima der einzelnen durch die Abszissenaxe begrenzten Aeste verschiedene Grösse besitzen und ihrerseits wiederum eine Kurve bilden, welche Maxima und Minima aufweist.

Da wir nun zur Bestimmung der kleinsten Exzentrizitäten, welche den kleinsten wahrnehmbaren Drehungsfehler d hervorrufen, im Vorhergehenden d zum Maximum machen mussten, und wir soeben fanden, dass für beliebige Räderübersetzung der Werth des Maximums der ersten Drehung durch die folgenden noch gesteigert werden kann, so gelangen wir leicht zu dem Schlusse, dass die Zahlenwerthe der kleinsten Exzentrizitäten in diesem Falle noch weit geringer ausfallen können als die von uns gefundenen.

Vergegenwärtigen wir uns schliesslich, dass bei den Schraubenschneideapparaten mitunter ausser den Zahnräderpaaren noch Herz und Mitnehmer gleichzeitig eine Rolle spielen, so ist leicht zu ermessen, durch wie geringe Abweichungen von der richtigen Lagerung der Axen und Zahnräder merkliche Fehler der Schraubengänge hervorgerufen werden können.

Ein absolutes Elektrometer mit Spiegelablesung.
(Das Doppelbifilarelektrometer.)

Von Dr. A. H. Borgesius in Groningen (Holland.)

Es ist bei vielen elektrischen Messungen von grosser Wichtigkeit, ein Elektrometer zu besitzen, welches mittels Spiegelablesung die Potentiale unmittelbar in absolutem Maasse abzulesen gestattet. Zur Lösung dieser Aufgabe hat Jaumann[1]) vorgeschlagen, einen Körper (Platte oder Halbkugel) über einem zweiten bi- oder trifilar aufzuhängen und diesem Systeme durch einen daraufgelegten Magneten oder durch Verbindung mit einem zweiten Bifilare eine gewisse Ablenkung zu ertheilen. Eine vertikale, nur auf das erste System wirkende Kraft wird dann eine Drehung nach dem Gleichgewichtszustand desselben zu verursachen, und diese Drehung kann zur Messung jener Kraft verwendet werden.

Eine von mir unternommene Arbeit über die zur Entladung zwischen Elektroden verschiedener Form nothwendigen Potentialunterschiede veranlasste mich vor einiger Zeit, nach diesem Prinzip ein Elektrometer zu bauen. Da dasselbe, wiewohl sehr einfacher Form, mir eine Zeitlang gute Dienste erwiesen hat, ich auch neuerdings die Konstruktion noch viel verbessert habe, möge hier, obzwar inzwischen auch Herr Jaumann selbst seiner Idee praktische Ausführung gegeben hat,[2]) eine kurze Beschreibung des Instrumentes folgen, auch weil seine grosse Einfachheit es von dem etwas komplizirten und theuern Jaumann'schen Instrumente unterscheidet.[3])

Theorie des Elektrometers.

Wird ein bifilar aufgehängter Körper A vom Gewichte P aus seiner Gleichgewichtslage um einen Winkel α gedreht, so ist bekanntlich das entstehende Drehungsmoment gleich $Pa \sin \alpha$. Wird es in der abgelenkten Lage festgehalten durch Verbindung mit einem zweiten Bifilarsysteme B vom Momente Qb, so besteht Gleichgewicht, wenn

$$Pa \sin \alpha = Qb \sin \beta.$$

Durch Vermehrung des Gewichtes P um einen Betrag p, oder durch eine vertikale, auf den ersten Körper wirkende Anziehungskraft p, entsteht eine Drehung δ in die ursprüngliche Gleichgewichtslage dieses Körpers zurück, gegeben durch

$$a(P+p)\sin(\alpha-\delta) = bQ\sin(\beta+\delta).$$

Durch Division dieser beiden Gleichungen erhält man:

$$(1+p/P)(\cos\delta - \operatorname{cotg}\alpha \sin\delta) = \cos\delta + \operatorname{cotg}\beta \sin\delta,$$

oder

$$p/P(1-\operatorname{cotg}\alpha\, \operatorname{tg}\delta) = (\operatorname{cotg}\alpha + \operatorname{cotg}\beta)\operatorname{tg}\delta,$$

so dass

$$\operatorname{tg}\delta = \frac{p}{P(\operatorname{cotg}\alpha + \operatorname{cotg}\beta) + p\operatorname{cotg}\alpha} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1.)$$

Bei der Ableitung dieser Formel sind vernachlässigt: 1. die Torsion, 2. das bei grösseren Drehungen eines Bifilarsystems (hier bis 90°) Einfluss übende Glied mit $\sin^2\alpha$ im Ausdrucke für das Bifilarmoment, 3. die Verlängerung der Anfhängedrähte durch die Belastung p und 4. die Kräfte, welche durch die entstehende Neigung der die beiden Körper verbindenden, ursprünglich horizontalen Drähte ent-

[1]) Jaumann, *Wiener Sitzungsberichte* **96.** *S. 651.* **97.** *S. 67.*

[2]) Jaumann, *Wiener Sitzungsberichte* **101.** *S. 83. (1892.)*

[3]) Die feineren Theile des Elektrometers sind sämmtlich in der Werkstatt des hiesigen physik. Institutes angefertigt.

stehen. Werden alle diese störenden Einflüsse mit in Rechnnng gezogen, so ergiebt sich die Formel $tg\,\delta = p/(m\,P + n\,p)$, in welcher m und n Konstanten sind.[1])

Das geknppelte Quadrifilarsystem hat, wie ans obigem Ausdrucke für $tg\,\delta$ ergeht, nnr im Falle, dass $cotg\,\alpha = 0$, also der belastete Bifilarkörper (die Elektrometerplatte) vor der Belastung gerade 90° abgelenkt war, die Eigenschaft, einen der Belastung proportionalen Ansschlag zn geben. War $\alpha < 90°$, so ist $cotg\,\alpha$ positiv; die Empfindlichkeit wird also bei grösser werdender Belastung stets kleiner; war dagegen $\alpha > 90°$, so ist $cotg\,\alpha$ negativ und es findet das Umgekehrte statt.

Die Empfindlichkeit hängt nur ab vom Gewichte P des einen Körpers (der Elektrometerplatte) und von der Summe $cotg\,\alpha + cotg\,\beta$, also vom Betrage, nm welchen die beiden Systeme einander aus der Gleichgewichtslage ziehen; sie kann beliebig gross gemacht werden.

Obzwar nun bei genaueren Messnngen eine Proportionalität zwischen Ablenkungswinkel und zn messender Kraft nicht von grosser Wichtigkeit ist, da doch immer Reduktionen stattfinden müssen, macht diese Eigenschaft in manchen Fällen die Berechnung der Messungen doch leichter. Ich habe deshalb an dem Elektrometer zwei Vorrichtnngen zum Justiren angebracht, welche mein nrsprüngliches Instrument nicht besass: 1. ist oben im Kopfe des Instrumentes die Suspension A (Elektrometerplatte) für sich allein drehbar, wodurch der Winkel $\alpha + \beta$ beliebig gross gemacht werden kann, 2. können die Drähte dieser Suspension oben einander genähert oder von einander entfernt werden, wodnrch das Verhältniss zwischen den beiden Bifilarmomenten geändert werden kann.

Znr Auffindung der richtigen Justirung dient folgende Methode. Es ist

$$a\,P \sin\alpha = b\,Q \sin\beta.$$

Hierin ist bei meinem Instrumente $a\,P < b\,Q$. Wächst also α von 0 bis 90°, so wächst β von 0 bis $\beta_1 = arc\,\sin a\,P/b\,Q$; bei weiterem Znwachsen von α über 90° bis 180° dagegen nimmt β ab von β_1 bis 0. Da nnn die Snspension B oben fest ist, wird bei Drehung von A das gekuppelte aufgehängte System sich im selben Sinne drehen, bis der Werth $\alpha = 90°$ erreicht ist; bei weiterer Drehnng von A aber wird β kleiner, geht also das System zurück.

Dieser Vorgang wird besonders deutlich aus der Fig. 1. Der Einfachheit wegen ist die ursprüngliche Richtung der beiden Systeme gleich angenommen. Der Radius des äusseren Kreises sei gleich dem Momente $b\,Q$, derjenige des inneren gleich $a\,P$. Wird A in der vom Pfeile angegebenen Richtung gedreht, so giebt die Linie RS, oder auch MU die Richtung der beiden Systeme unten an, da $MO = a\,P \sin\alpha = b\,Q \sin\beta$. Man sieht, dass die Ablenkung des Spiegels zunehmen wird bis zu RT, bei grösseren Werthen von $\alpha + \beta$ aber wieder kleiner wird. Es muss also A oben gedreht werden, bis das Skalenbild im Spiegel seine Bewegung umkehrt. Dann ist $\alpha = 90°$. Die Empfindlichkeit ist zuvor geregelt durch passende Aenderungen der Fädendistanz der Suspension A. Wird dieser Abstand grösser gemacht, so wird auch β_1 vergrössert,

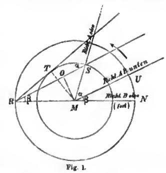


Fig. 1.

[1]) Borgesius, *Dissert. Groningen 1892.*

also nach der für $\alpha = 90^\circ$ aus (1) folgenden Formel $tg\,\delta = p/P\,cotg\,\beta_1$ die Empfindlichkeit gesteigert.

Beschreibung des Instrumentes.

Eine Totalansicht des Elektrometers, ohne den ihn umgebenden Metallmantel, giebt die Figur 2 in $^1/_5$ der wirklichen Grösse. Ein starker flacher Dreifuss trägt die Bodenplatte, auf welche die drei Säulen *a* geschraubt sind. Dieselben tragen oben ein dreiarmiges Messingstück *b*, in dessen Mitte sich eine weite runde Oeffnung befindet, welche von der Suspensionsröhre überdeckt wird. An den drei Armen des Verbindungsstückes *b* hängt mittels dünner Messingstangen *d* der Schutzring des Elektrometers, welcher zugleich eine zylindrische Blechdose *f*, den Luftdämpfer, trägt. Die Stäbe *d* sind aufgehängt mittels Schraubenmuttern der in Fig. 3 gezeichneten Form, welche in elliptischen, nach oben sich erweiternden, Oeffnungen des Dreiarmes *b* ruhen. Diese Konstruktion ermöglicht eine leichte Einstellung der Schutzringplatte unter Vermeidung jeglicher Spannung oder Biegung der Aufhängestäbchen *d*, und verhindert zugleich jede seitliche Verschiebung des Schutzringes.

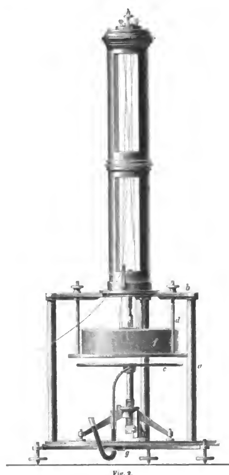
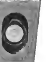


Fig. 2.

Auf der Bodenplatte des Instrumentes steht auf einem mit drei Stellschrauben versehenen Dreifusse die feste Elektrometerplatte *c*. Dieselbe ist durch eine Mikrometerschraube verstellbar, deren Einrichtung aus der Figur deutlich wird.

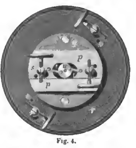



Fig. 3.

Die Zuführung der Elektrizität geschieht mittels eines in ein mit Quecksilber gefülltes Glasrohr tauchenden Kupferdrahtes. Das Glasrohr geht durch einen grossen an der Bodenplatte befestigten Ebonitstopfen *g*.

Die Suspensionsröhre, welche geöffnet gezeichnet ist, ist doppelt, und kann

durch Drehung der äusseren Röhre geschlossen werden. Den Kopf derselben stellt Fig. 4 in halber Grösse dar. Derselbe besteht aus zwei in einander drehbaren Stücken *r* und *q*. Der äussere Theil *r*, welcher auch selber drehbar ist, um eine Orientirung des Spiegels in jeder Richtung möglich zu machen, trägt die zwei Schraubenspindeln, auf welche die den Körper *B* tragenden Drähte aufgewickelt sind. Die Drähte gehen durch konisch gebohrte Oeffnungen *o* der Platte *r*. An der auf *r* aufliegenden drehbaren Platte *q* sind zwei Leisten *pp* befestigt, zwischen welchen die Messingstücke *ss* eine Schlittenbewegung machen können. Diese letzteren tragen mittels zweier Spindeln die Elektrometerplatte. Zwei kurze Stangen *t* ermöglichen es, sie durch Drehung des kleinen Kreises *u* gleiche entgegengesetzte Bewegungen vollführen zu lassen. (Der in Fig. 1 sichtbare Knopf *h*, womit das Plättchen *u* gedreht wird, ist in der Zeichnung fortgelassen.) Man ist also im Stande, 1. durch Drehung dieses letzteren Knopfes den die Elektrometerplatte tragenden Drähten am oberen Ende kleineren oder grösseren Abstand zu geben, d. h. das Moment der Bifilarsuspension *A* zu vergrössern oder zu verkleinern, 2. durch Drehung der Platte *q* den Winkel zwischen beiden Suspensionen *A* und *B* beliebig zu ändern, also der Ablenkung des Systemes *A* jeden Werth zu ertheilen. Beide Operationen ändern die Empfindlichkeit.


Fig. 4.

Die eigentlich elektrometrischen Theile zeigt die Fig. 5. Ueber der festen Platte *c* hängt der Schutzring *i*, welcher aus einer sehr dünnen Platte und einem schwereren äusseren Ringe zusammengesetzt ist. In seiner Ebene schwebt die bifilar aufgehängte Elektrometerplatte, 8 *cm* im Durchmesser. Die Aufhängedrähte sind befestigt an zwei rechteckig gebogenen Aluminiumstücken *k*. Das zweite Bifilarsystem, welches in der Figur in die Höhe gezogen ist, um die sich innerhalb desselben befindenden Theile sichtbar zu machen, besteht aus einem Aluminiumringe *m*, dessen obere Fläche sich in einer Horizontalebene befindet mit den Oberenden der Träger *k*. Der Ring *m* trägt mittels eines leichten Aluminiumbügels den drehbaren Spiegel *n*. Auf *kk* sind zwei kleine Stifte, auf dem Aluminiumring zwei kleine Klemmschrauben befestigt,

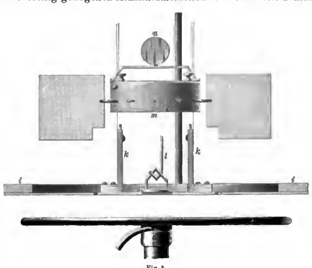


Fig. 5.

zwischen welchen die feinen Drähte, welche die beiden Körper verbinden, ausgespannt sind. Der Haken l, womit ein Gewicht (1 g) der gezeichneten Form, welches noch durch Auflegen scheibenförmiger Gewichtchen beschwert werden kann, auf die Elektrometerplatte niedergelassen wird, kann durch eine in der Suspensionsröhre angebrachte Führung um etwa 1 *cm* auf und nieder bewegt werden. Die Bewegung erfolgt mittels eines Hebels e (Fig. 2) vom Fernrohre aus.

Die Elektrometerplatten und der Schutzring sind vernickelt. Als Aufhängefäden dienen Messingdrähte von 0,05 *mm* Durchmesser. Ihre Länge ist ungefähr 0,5 *m*. Das Gewicht der Elektrometerplatte beträgt 48,2 g, dasjenige des Aluminiumringes etwa 32,1 g. Die Fadendistanz ist für das zweite System oben 61, unten 52, für das erste 33 bis 24, bzw. 48 *mm*.

Beim Gebrauche ist das ganze Elektrometer in einen zylindrischen Metallmantel eingehüllt und oben durch eine auf b aufgelegte Deckplatte verschlossen. Der Zylindermantel hat vor dem Spiegel eine Fensteröffnung und zwei kleine sich diametral gegenüberliegende Fenster in der Höhe der Elektrometerplatten.

Die Dämpfung.

An meinem früheren Elektrometermodelle war eine Flüssigkeitsdämpfung angebracht. Mit Glyzerin gelang es leicht, eine vollkommene Aperiodizität zu erhalten. Bei der Messung von Funkenpotentialen aber, wobei das Potential langsam bis zum Maximalwerthe ansteigt, um dann plötzlich auf einen kleinen Werth zu sinken, gab diese Dämpfung Anlass zu beträchtlichen Fehlern: das Elektrometer lief nach und gab zu kleine Werthe an. Besonders deutlich war dies bei langsamer Entladung, wonach das Instrument sogar eine kleine Ablenkung geraume Zeit behielt. Diese Erscheinung folgt auch aus der Bewegungsgleichung. Bewegt sich der Gleichgewichtsstand des Quadrifilarsystems z. B. mit gleichmässiger Geschwindigkeit, so dass seine Ordinate X zur Zeit t gleich at ist, so wird die Bewegungsgleichung:

$$d^2x/dt^2 = n^2(at - x) - 2\varepsilon\, dx/dt,$$

wenn n^2 = Quotient Drehungsmoment/Trägheitsmoment,
ε = " dämpfende Kraft/Trägheitsmoment.

Die Bewegung ist bekanntlich eine gedämpfte Schwingung für $\varepsilon < n$, eine aperiodische für $\varepsilon \gtreqless n$. Für den speziellen Fall $\varepsilon = n$, wobei die Aperiodizität gerade anfängt, ist das Integral dieser Gleichung:

$$x = e^{-\varepsilon t}(At + B) + at - 2a/\varepsilon.$$

Ist für $t = o$ auch $x = o$ und $dx/dt = o$, so folgt $A = a$, $B = 2a/\varepsilon$,

$$x = e^{-\varepsilon t}(at + 2a/\varepsilon) + at - 2a/\varepsilon,$$

also

$$X - x = 2a/\varepsilon - e^{-\varepsilon t}(at + 2a/\varepsilon).$$

Die Differenz $X - x$ zwischen Ablesung und wirklichem Gleichgewichtsstande wird für $t = o$ der Null gleich sein, dann aber in kurzer Zeit sich dem Werthe $2a/\varepsilon$ nähern. Da $\varepsilon = n = \pi/T$, wenn T die Schwingungsdauer vorstellt, wird also für $T = 2$ Sekunden, wenn $a = 2$, d. h. wenn 2 Skalentheile pro Sekunde am Drahte vorübergehen, $X - x = 4 \times 2/\pi = 2{,}5$ Skalentheile sein. Bei grösserer Geschwindigkeit des Skalenbildes, z. B. $a = 10$, wird der Fehler selbst bis zu 13 Skalentheilen steigen, also die Beobachtung ganz werthlos werden. Und bei stärkerer Dämpfung ($\varepsilon > n$) wird dieser Fehler immer noch grössere Werthe erhalten.

Bei Beobachtungen, wobei die Gleichgewichtslage eines Instrumentes nicht sprungweise, sondern allmälig und langsam sich ändert, ist es also gerathen, wenn man nicht die Beobachtungsdauer sehr gross zu nehmen im Stande ist, eine schwächere Dämpfung zu verwenden. Ich erreichte diesen Zweck früher, indem ich, statt des Glyzerins, Wasser gebrauchte. Da aber eine Flüssigkeitsdämpfung doch immer misslich bleibt, ist statt derselben in dem jetzigen Elektrometer eine Luftdämpfung angebracht.

Der als „Gegengewicht" dienende Aluminiumring *m* (Fig. 5) trägt zu diesem Zwecke 12 rechteckige Glimmerplatten, welche den inneren Raum einer in zwei Theile getheilten, auf dem Schutzring stehenden Blechdose fast bis zum Rande ausfüllen. Diese Dose hat 12 radial gestellte Zwischenwände, welche sich je zwischen zwei der Glimmerplatten des Ringes befinden. Die so erhaltene Luftreibung genügt, um das Elektrometersystem nach einigen Schwingungen zur Ruhe zu bringen.

Arbeitsmethode.

Die Aufstellung des Elektrometers geschieht folgenderweise. Zuerst wird mittels der Fussschrauben des Instrumentes die kleine Platte mitten in die kreisförmige Oeffnung des Schutzringes gebracht, sodass der schmale Zwischenraum zwischen Platte und Schutzring an allen Seiten gleich breit erscheint. Durch Verstellung der auf den drei Stangen *d* laufenden Schraubenmuttern wird darauf der Schutzring horizontal gestellt. Wenn nöthig, werden diese Manipulationen wiederholt, bis die richtige Einstellung getroffen ist, und hierauf durch Drehung der Schraubenspindeln des Kopfes, auf welchen die Aufhängedrähte gewickelt sind, die Elektrometerplatte genau in die Ebene des Schutzringes gebracht. Dann wird auch der Aluminiumring an seinen Tragfäden aufgehoben oder heruntergelassen, bis seine obere Fläche sich in einer Ebene mit den oberen Enden der Aluminiumträger der Elektrometerplatte befindet. Zuletzt wird die untere Platte *c* dem Schutzringe in gewünschtem Abstande parallel gestellt. Zur Messung dieser Distanz kann die Schraube des Fusses dienen; bei genaueren Messungen aber ist es zweckmässig, dieselbe durch Zwischenlegung von Glasplättchen bekannter Dicke zwischen Schutzring und unterer Platte zu bestimmen, vornehmlich deshalb, weil bei dieser Methode die bei Platten so grosser Dimensionen schwierige Einstellung auf den Abstand Null wegfällt. Auch eine optische Methode, wie die von Abraham[1]) angegebene, würde bei sehr gut spiegelnden Platten verwendet werden können.

Nachdem die verschiedenen Theile gut justirt sind, kann die Empfindlichkeit des Instrumentes durch Drehung des Knopfes *h* annähernd auf den gewünschten Werth gebracht werden und dann durch Drehung des inneren Kreises des Suspensionskopfes der Elektrometerplatte genau die Ablenkung $\alpha = 90°$ gegeben werden. Hierzu ist es zweckmässig, wenn kein Gehilfe zu Dienste steht, durch eine Linse und den Spiegel ein objektives Bild eines beleuchteten Gegenstandes auf der Skale zu entwerfen. Der Kopf *q* (Fig. 4) muss nun so lange gedreht werden, bis das Spiegelbild, welches sich erst in gleicher Richtung bewegt, seine grösste Ablenkung erhalten hat.

Durch Niederlassen eines bekannten Gewichtes auf die Elektrometerplatte (vom Fernrohre aus mittels eines Fadens) und Messung des erhaltenen Ausschlages wird dann die Empfindlichkeit bestimmt.

[1]) Abraham, *Journ. de phys. III. 1. S. 361 (1892); Phys. Rev. 2. S. 616.*

Eine Bestätigung der oben gegebenen Theorie des Instrumentes geben folgende Beobachtungen mit zwei Gewichten von 0,997 und 2,998 *g*. In der ersten Horizontalreihe sind angegeben die auf tang. reduzirten Ausschläge tg δ_1 und tg δ_2 bei richtiger Anfstellung (Spiegelbild im äussersten Stande, also $\alpha = 90°$), in der zweiten dieselben Grössen nach weiterer Drehung des Kreises *q* (das Bild bewegt sich in der Drehung entgegengesetzter Richtung, also $\alpha > 90°$), in der dritten, nachdem *q* zurückgedreht war (das Bild sich in gleichem Sinne bewegte; $\alpha < 90°$).

	tg δ_1	tg δ_2	$\frac{2,998}{0,997}$ tg δ_1	Diff.
I.	106,7	320,9	320,8	+ 0,1
II.	138,6	421,8	416,8	+ 5,0
III.	74,3	221,4	223,4	− 2,0

Wie man sieht, sind die Differenzen der zweiten und der dritten Vertikalreihe in Fall I fast = 0 (konstante Empfindlichkeit), in Fall II positiv (mit grösserer Belastung zunehmende Empfindlichkeit), in Fall III negativ (mit grösserer Belastung abnehmende Empfindlichkeit).

Die grösste und die kleinste erreichbare Empfindlichkeit waren (bei Skalenabstand von ungefähr 2 Meter) bezw. 211,7 und 88,2 Skalentheile (*mm*) pro Gramm. Bei Plattenabständen von 0,5, bezw. 3 *cm* wird hiermit ein Skalentheil-Ausschlag erreicht für ungefähr 230 und 2100 *Volt*. Bei letztgenannter (unempfindlicher) Aufstellung würde ein Ausschlag von 600 *mm* etwa 53000 *Volt* entsprechen. Will man auf die Konstanz des Reduktionsfaktors bei verschiedener Belastung verzichten, so können diese Grenzen beliebig weit auseinander gerückt werden; nur muss, um grössere Empfindlichkeit zu erhalten, durch Auflegen eines Uebergewichtes auf die Elektrometerplatte das Moment $A = aP$ dem zweiten $B = bQ$ näher gebracht werden, wodurch der Werth von β vergrössert wird.

Das Elektrometer in seiner hier beschriebenen Form ist von mir noch nicht zu elektrometrischen Zwecken benutzt worden, ausgenommen eine objektive Darstellung in der Physik. Sektion des 4. Nied. Naturw. Kongresses im vorigen Jahre. Da aber das alte, viel einfachere, Modell sich längere Zeit bewährt hat[1]), wird seine Leistungsfähigkeit in dieser Hinsicht wohl keinem Bedenken unterliegen.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Präzisionsmechanik und Feinoptik auf der Kolumbischen Weltausstellung in Chicago 1893.

(Anhang.)

Elektrische Messinstrumente auf der Weltausstellung in Chicago 1893.

Die Gruppe für elektrische Messinstrumente (*Electricity Building*, Gruppe 123) umfasste die Klassen: „Normalwiderstände, Normalkondensatoren, Normalelemente, Spannungsmesser, Strommesser, Verbrauchsmesser" und war laut Aufzählung des offiziellen Katalogs von 23 amerikanischen, 9 deutschen, 5 französischen und 2 englischen Firmen beschickt. Bei näherer Besichtigung reduzirte sich indessen die Zahl der amerikanischen Aussteller, die hier Berücksichtigung verdienen, ganz bedeutend, da die meisten neben Dynamomaschinen, Lampen, Transformatoren u. s. w. auch einige elektromagnetische Messinstrumente, oft primitiver Art, ausgestellt und deshalb ihren Namen auch in die obige Gruppe hatten eintragen lassen.

[1]) Borgesius, *Diss. Beibl. 17. S. 61. (1893).*

Die Betheiligung von Seiten Deutschlands war, was die Zahl der in Betracht kommenden Aussteller betrifft, auf diesem Gebiete eine schwache, sodass die Ausstellung von unserer Leistungsfähigkeit nur ein unvollkommenes Bild bieten konnte. Hartmann & Braun in Bockenheim-Frankfurt a. M. war die einzige Firma, welche eine reichhaltige Kollektion ihrer bekannten Apparate gesandt hatte. Diese Ausstellung unterschied sich schon durch ihre Anordnung vortheilhaft von allen anderen aus derselben Gruppe. Die Instrumente waren nämlich nicht nur in Schränken und Schaukästen zusammengedrängt, sondern in der Mitte des reich dekorirten Raumes waren eine grosse Zahl von Instrumenten für die Messung von Widerständen, Stromstärken, für Isolations- und Kapazitätsmessungen fertig zum Gebrauch aufgestellt, sodass dieser Theil ein kleines Laboratorium bildete. Ein Raum, der eine vollständige photometrische Einrichtung für die Messung von Glühlampen und Bogenlampen enthielt, konnte durch einen Vorhang in eine Dunkelkammer verwandelt werden. Ferner waren fast alle von der Firma fabrizirten, in Deutschland wohlbekannten Konstruktionen in einzelnen Exemplaren vertreten. In der That bestand die Ausstellung aus über 100 verschiedenen Nummern. Erwähnt seien ein Apparat zur Messung kleiner Widerstände, z. B. des Widerstandes kurzer Stücke von Leitungsmaterial oder von Kohlenstiften für Bogenlampen, ferner eine Anordnung, um die magnetischen Eigenschaften von Eisen und Stahl mit Hilfe der Lenard'schen Wismuthspirale zu prüfen. Galvanometer der verschiedensten Bauart waren in grosser Anzahl vertreten, ebenso wie die technischen Strom- und Spannungsmesser, und zwar sowohl elektromagnetische Apparate, als auch solche, die auf der Erwärmung und Ausdehnung eines Drahtes beruhen, welcher von dem zu messenden Strom durchflossen wird („Hitzdrahtinstrumente“). In die Reihe der technischen Instrumente gehören noch Signalspannungsmesser, Registririnstrumente für Strom- und Spannungsmessung und ein von der Firma konstruirter Elektrizitätszähler. Unter den Widerstandsapparaten waren auch Normale nach den Modellen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt aus Materialien mit praktisch zu vernachlässigenden Temperaturkoeffizienten und ferner Kompensationsapparate vertreten, wie sie in Verbindung mit dem Clark'schen Normalelement zu genauen Strom- und Spannungsmessungen dienen können.

Die in der Reichsanstalt ausgearbeiteten Normale für die eben erwähnten Messungen wurden in der Ausstellung dieser Behörde selbst in einer Reihe von Apparaten vorgeführt, die von dem Verfertiger Otto Wolff in Berlin zur Verfügung gestellt waren. Wie sehr diese Konstruktionen den Beifall der amerikanischen Elektriker fanden, geht schon aus dem Umstande hervor, dass die Wolff'schen Apparate sämmtlich verkauft wurden. Auch hat sich die bedeutendste amerikanische Firma für elektrische Präzisionsinstrumente, Queen & Co. in Philadelphia, die Modelle der Reichsanstalt bei ihren analogen Konstruktionen zum Vorbild genommen, allerdings nicht im Hinblick auf den Verkaufspreis; denn ein Normal von 1 *Ohm* kostet z. B. zur Zeit in Amerika etwa das 5- bis 10fache von dem in Deutschland üblichen Preis.

Aus der interessanten Ausstellung der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft in Berlin kommen hier nur in Betracht Isolationsprüfer, Strommesser und Spannungsmesser der verschiedensten Messbereiche, sowie elektrische Uhren, die direkt an das Leitungsnetz einer Zentrale angeschlossen und von dort aus täglich einmal regulirt werden (System von Hefner-Alteneck). *Lck.*

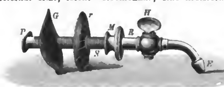
Eine luftdichte Pleura-Kanüle.

Von Dr. S. J. Meltzer in New-York.

Das kleine, hier in $^3/_4$ der wirklichen Grösse abgebildete Instrument besteht aus einer silbernen Röhre *PE* (vgl. Fig. a. f. S.), welche aus zwei Stücken zusammengesetzt ist: dem geraden zylindrischen Theile *PR* und dem Hahnansatze *RE*. — Das eine Ende der 4 *mm* weiten Röhre läuft konisch zu, so dass die bei *R* sichtbare Hülse des Hahnansatzes

fest darauf passt. In das andere Ende P ist mittels kurzen Ansatzrohrs eine ovale dünne Platte geschraubt, in deren 2 *mm* weites Mittelloch das Hauptrohr mündet.

Auf das gerade Rohrstück ist bis zum Konus ein Schraubengewinde geschnitten. Hierauf sitzt, leicht verschiebbar, eine kreisförmige dünne weiche Gummischeibe G, von etwa 3 *cm* Durchmesser, sodann eine geschlitzte Blechrosette r, die mit Ausnahme von einem schmalen Kreisbande um das zentrale Loch, durch radiale Schnitte in 15 Sektoren gespalten ist, die gegen die Kreisfläche S-förmig gebogen federn. —



Die Schraubenmutter M, auf dem Gewinde S laufend, vermag die Rosette r und die Gummischeibe G gegen die ovale Endplatte P zu pressen. Das Hahnrohr läuft in ein eichelförmiges Ende E aus, über welches sich bequem und fest ein Gummischlauch ziehen lässt.

Um die Kanüle in die Pleurahöhle einzuführen, wird zunächst ein kurzer Hautschnitt gemacht, sodann die Muskulatur eines Zwischenrippenraums in etwa $^2/_3$ der Längsaxe von Platte P parallel den Rippenrändern durchtrennt. Die an die Röhre fest angeschraubte Platte P wird mit dem Längsdurchmesser den Rippen parallel durch die knappe Oeffnung in die Pleurahöhle eingeführt und dann um 90° gedreht, so dass die Längslappen der Platte unter den benachbarten Rippen liegen.

Auf der hervorragenden Röhre, die nach aussen festangezogen gehalten werden muss, schiebt man zunächst die Gummiplatte G auf die Wunde, danach die etwas kleinere federnde Rosette r, die knapp auf dem Schraubengewinde verschiebbar ist. Die gegen die Rosette verschraubte Mutter drängt Rosette und Gummiplatte gegen die Brustwand und zieht die im Zwischenrippenraum gelagerte Endplatte P gegen die Rippen. Die federnden Sektoren der Rosette spreizen und passen sich an alle Krümmungen, Erhabenheiten und Vertiefungen der Brustwand an, und pressen die weiche Gummischeibe derart gegen die Muskulatur, dass die Wundöffnung luftdicht verschlossen wird.

Beim festen Andrehen der Schraubenmutter muss man die Kanüle in ihrer Lage festhalten, weil die Fussplatte P Neigung hat, von den Rippen abzugleiten und durch den Schlitz herauszuschlüpfen. Um aussen die Stellung der Platte zu kennzeichnen, ist, entsprechend einem Lappen derselben, längs der Röhre durch das Gewinde eine flache Rinne gefeilt.

Nachdem die Röhre luftdicht in den Brustkorb eingesetzt worden, drückt man das Hahnröhrchen HE luftdicht auf den Konus Jetzt kann man Luft in die Pleurahöhle treten lassen, oder aus derselben saugen, kann den intrapleuralen Druck messen, ohne die Entfaltung und Beweglichkeit der Lunge zu stören. Die Kanüle kann stundenlang ihrem Zwecke dienen, nur muss man ab und zu die Schraubenmutter anziehen.

Der Kanüle werden zwei Fussplatten: die eine 11 *mm* lang, 6 *mm* breit, die andere 16 : 9 *mm* messend, sowie zwei Rosetten von 35 und 28 *mm* Durchmesser beigegeben, so dass die Kanüle an jedem Orte des Rippenkorbs, auch im ersten Interkostalraume, sowohl bei kleineren Thieren (Kaninchen) als auch bei grossen Thieren (Hunden) angebracht werden kann.[1])

[1]) Die Pleura-Kanüle wird hergestellt und kann bezogen werden von: Richard Kny u. Co. in New-York, Park Place 17 oder von Hecht, Pfeiffer u. Co. — Department C. Kny u. Co. in Berlin, Ritterstr. 48.

Referate.

Rapport der Photometrie-Commissie der Vereeniging von Gasfabrikanten in Nederland. Leiden, P. W. M. Trap. 1894.

Der vorliegende Bericht enthält die Ergebnisse der Arbeiten einer vom Verein der Gasfabrikanten in Holland im Jahre 1889 eingesetzten Kommission, welcher die Aufgabe angetheilt war, zu untersuchen, ob die als Lichteinheit in Holland benutzte englische Wallrath-Kerze durch eine konstantere und bequemer zu handhabende Normallichtquelle ersetzt, sowie die ganzen in der Gastechnik nothwendigen photometrischen Arbeiten einfacher und hauptsächlich einheitlicher als bisher gestaltet werden können.

Der auf 161 Seiten und 46 Tafeln erstattete Bericht bietet eine grosse Menge Beobachtungsmaterial, welches zum Theil naturgemäss nur von Interesse für den Gasfachmann ist. Hier sei deshalb nur kurz auf die Ergebnisse im allgemeinen, namentlich instrumentellen Interesse hingewiesen.

Nach dem Vorschlage der Kommission soll auch in Zukunft in Holland nach englischen Kerzen gerechnet, jedoch sollen dieselben nicht mehr benutzt werden, sondern eine von der Kommission konstruirte Lampe, in welcher mit Benzol karburirter Aethyl-Aether gebrannt wird. Die Hefnerlampe wurde verworfen, weil die Flamme in derselben zu wenig stabil sei, um der von der Kommission aufgestellten Bedingung zu genügen, dass sie mit dem Photometerschirm, in konstanter Entfernung von demselben befindlich, bewegt werde. Die Kommission stellte die Helligkeit ihrer Aetherbenzolflamme, d. h. eines durch eine vorgesetzte Blende herausgeschnittenen Stückes derselben, zu 1,48 englische Kerzen fest. Untersuchungen über die Konstanz der Lichtausstrahlung verschiedener in Gebrauch befindlicher Einheitslichtquellen ergaben:

Carcellampe	mittlere Abweichung ± 3,29 %
Englische Kerze	„ „ ± 2,43 %
Hefnerlampe mit Visir	„ „ ± 1,08 %
Hefnerlampe mit optischem Flammenmesser	„ „ ± 0,71 %
Aether-Benzollampe	„ „ ± 0,52 %

Neben der Aether-Benzollampe als Lichteinheit empfiehlt die Kommission zum Zwecke der täglichen Gasphotometrie das Verhältniss in der Helligkeit der gleich langen Flammen zweier ganz gleicher Einlochbrenner festzustellen, bei denen jeder ein anderer Theil der Flamme benutzt wird. Es zeigte sich nämlich bei Versuchen mit verschieden karburirtem Gase, dass die verschiedenen Theile der Spitzflamme sich in verschiedenem Maasse verändern in Bezug auf ihre Helligkeit. Am veränderlichsten ist die Helligkeit in dem unteren Theile der Flamme, in welcher die Grösse des dunklen Kernes bei verschiedener Karburirung stark zu- und abnimmt; dieser Theil wird bei der einen Flamme (Normalgaslampe) benutzt, während bei der anderen (Gasstandard) nur der obere Theil der Flamme, in welchem die Helligkeit viel konstanter ist, benutzt wird. Dieses System ist sehr sorgfältig durchgearbeitet worden und es ist Anleitung gegeben, aus den so gewonnenen relativen Helligkeiten die in englischen Kerzen ausgedrückten Helligkeiten zu ermitteln.

In Bezug auf das anzuwendende Photometer ist die Kommission zu recht eigenthümlichen Resultaten gekommen. Sie untersuchte verschiedene Formen des Bunsen'schen Fettfleck-Photometers, ein Foucault-Photometer und das Lummer-Brodhun'sche Photometer und fand, dass das gewöhnlich übliche Bunsen-Photometer mit dem Schirm zwischen zwei Spiegeln die geringsten Abweichungen gab. Diese ausführlich gegebenen Resultate sind kurz folgende:

	Mittlere Abweichung
Lummer-Brodhun'sches Photometer	± 0,52 %
Foucault-Photometer	± 0,32 %
Bunsen-Photometer, Schirm zwischen zwei Spiegeln	± 0,08 %

	Mittlere Abweichung
Bunsen-Photometer mit nur einem Spiegel an einer Seite . . .	± 0,36 %
Bunsen-Photometer mit nur einem Spiegl an einer Seite, Photometerschirm 30° gegen Axe geneigt	± 0,36 %
Bunsen-Photometer mit Reflexionsprismen, nach Art des Krüss'schen Prismenphotometers	± 0,25 %

Der Grund des Ausfalls dieser Ergebnisse, welche den in Deutschland gemachten praktischen Erfahrungen geradezu entgegenlaufen, ist nicht aus dem Berichte zu entnehmen.

Zum Schluss sei noch berichtet, dass die Kommission empfiehlt, wegen der etwa vorhandenen Unsymmetrie des Photometerkopfes und der Verschiedenheit der beiden Augen des Beobachters (bei dem von ihr angenommenen Bunsenkopfe werden eben beide Augen benutzt) bei jeder Beobachtungsreihe nach der Hälfte der Einstellungen den Photometerkopf um 180° um eine vertikale Axe zu drehen, so dass sich zur Vornahme der zweiten Hälfte der Einstellungen der Beobachter an die andere Seite der Photometerbank begeben muss, welche ebenfalls mit einer Theilung versehen ist. Dadurch ist dann rechts und links in jeder Beziehung vertauscht. In dieser Weise sind auch sämmtliche photometrischen Versuche der Kommission angestellt.

Teleskopobjektive für photographischen Gebrauch.

Von H. D. Taylor. *Monthly Not.* **53.** *S. 359.* (*1893.*)

Bei dem internationalen Kongress in Paris zur Berathung der für die photographische Mappirung des Himmels erforderlichen Maassnahmen hatte bekanntlich Dr. Adolf Steinheil beantragt, dass die hierzu benutzten Normalobjektive ausser den Anforderungen der richtigen Brennweite, einer bestimmten Achromatisirung und der Aufhebung der sphärischen Aberration für die Fraunhofer'sche Linie *G* noch zwei weiteren Bedingungen genügen sollten. Die Erfüllung der ersten, unter dem Namen der „Sinusbedingung“ bekannt, garantirt eine symmetrische Form der Sternbilder ausserhalb der Axe. Die zweite sich an diese anschliessende bezieht sich auf die Achromasie der ausseraxialen Bilder. Die von Dr. Steinheil gewählte mathematische Formulirung dieser beiden Bedingungen (welche bekanntlich von Abbe herrührt und für Objektive beliebiger Oeffnung bezw. Apertur giltig ist), war dem Verfasser nicht gleich verständlich. Er suchte deshalb, sich die betreffenden Beziehungen auf eigne Weise zurecht zu legen.[1])

Der Verfasser beschränkt sich in der vorliegenden Abhandlung auf die Betrachtung der ersten Steinheil'schen Bedingung. Er zeigt, dass die Unschärfe der Bilder von Teleskopobjektiven ausser der Axe nicht eine Folge der eigentlich sogenannten Bildkrümmung sei — indem diese Krümmung sich durch Wahl der Glasarten und der Gestalt der Objektive nur innerhalb sehr enger Grenzen ändern lasse — noch eine Folge des Astigmatismus — denn bei gegebener Neigung des Büschels und gegebener Brennweite sei dieser Astigmatismus sogar gänzlich unabhängig von Material und Gestalt der Linsen. Es handelt sich vielmehr um den unter dem Namen „Koma“ bekannten Fehler, dessen Ab- oder Anwesenheit die Brauchbarkeit eines Objektivs über ein Sehfeld von ein paar Minuten hinaus bestimmt.

Die senkrecht zum Hauptschnitt einfallenden Strahlen erfahren eine symmetrische Brechung. Ist die sphärische Aberration in der Axe aufgehoben, so wird sie es auch

[1]) In der deutschen Literatur sind die betreffenden Beziehungen bereits mehrfach Gegenstand der Untersuchung gewesen. Ich verweise nur auf die Arbeiten von L. Seidel, K. Moser, A. Steinheil, M. Thiesen, S. Finsterwalder, A. Kerber u. A., welche zum Theil in *dieser Zeitschrift* erschienen, zum andern Theil in derselben von mir im Auszuge wiedergegeben sind. Ich darf vielleicht auch auf meine *Theorie der optischen Instrumente S. 114 ff.* verweisen. Trotzdem, oder vielmehr gerade wegen ihrer Originalität sind die Ausführungen des Verfassers jedoch so interessant, dass es sich wohl lohnt, deren wesentlichen Inhalt hier wiederzugeben.

annähernd, bei geringem Neigungswinkel des Büschels, innerhalb dieses Schnittes sein. Die den verschiedenen Einfallswinkeln entsprechenden Bildpunkte liegen aber nicht in einer Ebene, sondern auf einer Rotationsfläche s, welche die ideale Hauptbrennebene P im Brennpunkt der der Axe parallelen Strahlen berührt. Die im Hauptschnitt des Objektivs schief einfallenden Strahlen werden unsymmetrisch gebrochen. In diesen Büscheln besteht daher eine Art sphärischer Aberration, auch wenn diejenige für den Axenpunkt gehoben ist. Betrachtet man Strahlenpaare Dd, Bb (Fig 1), welche zu dem durch die Mitte der Linse

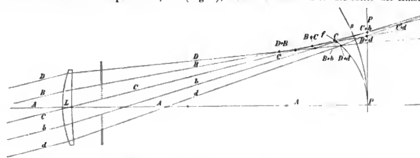


Fig. 1.

gehenden Hauptstrahl C symmetrisch liegen, d. h. je in gleichen Entfernungen ober- und unterhalb vom Mittelstrahl einfallen, so ergiebt die Untersuchung des Verfassers, dass die Vereinigungspunkte dieser Strahlenpaare $D+d$, $B+b$, ebenfalls auf einer Rotationsfläche liegen, welche die Hauptbrennebene im Scheitel berührt. Diese Rotationsfläche ist ebenso wie die der sagittalen Strahlen stets nach dem Objektiv hin konkav. Im Scheitel beträgt ihre Krümmung ungefähr $^3/_{11}$ der Brennweite, während die Scheitelkrümmung der sagittalen Brennpunktsfläche etwa $^3/_5$ der Brennweite beträgt. Wenn ich den Verfasser recht verstanden habe, so ist die Brennpunktsfläche der unter bestimmten Winkeln in verschiedenem Abstand vom Hauptstrahl einfallenden Strahlenpaare nach seinen Untersuchungen identisch mit derjenigen Fläche, in welcher die unter verschiedenen Winkeln einfallenden, dem Hauptstrahl unendlich nahen Strahlen zur Vereinigung kommen, d. i. der meridionalen (ersten) Brennpunktsfläche. Es besteht ausserdem die Eigenthümlichkeit, dass die Vereinigungspunkte der genannten Strahlenpaare im Hauptschnitt desto schneller auseinander rücken, in je grösserer Entfernung vom Mittelstrahl die betreffenden Strahlenpaare liegen. Dieses bedingt eine eigenthümliche Lichtvertheilung in dem mittleren Ort der Vereinigungspunkte, nämlich ein Zusammendrängen des Lichtes nach der einen Seite, eine Zerstreuung nach der andern Seite, von der Axe aus gerechnet. Das Bild des Sterns, insofern es durch die im Hauptschnitt verlaufenden Strahlen gebildet wird, erhält daher das Aussehen gewisser Kometen (daher wohl der Name Koma), wobei der Schweif stets radial gerichtet ist. Es können jedoch die beiden Fälle eintreten, dass der Schweif nach der Axe zu gerichtet ist (Unterkorrektion wie in Fig. 1) oder von der Axe weg (Ueberkorrektion des Koma), je nach der Gestalt, welche man dem Objektive (unter Wahrung der übrigen Bedingungen, als Brennweite, Achromasie und Aufhebung der sphärischen Aberration in der Axe) ertheilt.

Hieraus folgt bereits, dass es zwischen diesen beiden Extremen eine Gestalt des Objektivs geben müsse, bei welcher jener Fehler beseitigt ist, so dass auch die im Hauptschnitt verlaufenden Strahlen sich sämmtlich in einem Punkte f schneiden, dem ersten Brennpunkte des Büschels (Fig. 2). Alsdann ist reiner Astigmatismus vorhanden, in dem dann immer noch die senkrecht zum Hauptschnitt verlaufenden Strahlen eines Büschels von bestimmter Neigung sich in einem andern Punkte s des mittleren Strahls treffen (im zweiten Brennpunkt).

Die graphische Darstellung des Strahlenverlaufs in den genannten drei Fällen zeigt,

dass im ersten (unterkorrigirtes Koma, Fig. 1) eine zwischen Objektiv und Bildebene gestellte axiale Blende erheblich zur Verbesserung des Bildes beiträgt, ja sogar die völlige Ebenung des von den Strahlen im ersten Hauptschnitt gelieferten Bildes herbeiführen kann, während eine vor das Objektiv gesetzte Blende im Gegentheil solche Strahlen heraushebt, deren Vereinigungspunkte noch näher am Objektive liegen, also ein noch stärker gekrümmtes Bild liefern. Genau das umgekehrte ist der Fall bei Objektiven mit überkorrigirtem Koma; hier ist eine vor das Objektiv gesetzte Blende nützlich, eine

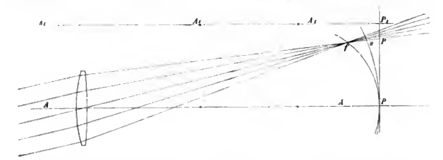


Fig. 2.

zwischen Objektiv und Bildebene schädlich. Bei Objektiven mit aufgehobenem Koma (Fig. 2) hingegen ist eine Blende in Bezug auf die Bildkrümmung ohne jeden Nutzen, ganz gleich, an welcher Stelle man sie anbringt. Die Abblendung führt alsdann nur Lichtverlust herbei.

An dieses Kriterium knüpft der Verfasser seine theoretischen Untersuchungen an, indem er die Bedingung dafür aufsucht, dass die Lage des Bildpunktes schief einfallender Strahlen unabhängig vom Diaphragma sei. Er gelangt hierdurch zu Formeln, welche sich unmittelbar für die Berechnung von Objektiven, die diese Bedingung erfüllen, ververwenden lassen und den von seinen Vorgängern aufgestellten analog sind. Ein Objektiv dieser Art — die in Deutschland als Fraunhofer'scher Typus bekannt ist — unter Zugrundelegung zweier Jenaer Glasarten berechnet, stellt der Verfasser in einer Skizze dar. *Cz.*

Notiz über das grosse gebrochene Aequatoreal der Pariser Sternwarte.

Von M. Loewy. *Compt. Rend.* ***118.*** *S. 1295. (1894.)*

Nachdem sich das erste, im Jahre 1882 auf der Pariser Sternwarte aufgestellte gebrochene Aequatoreal gut bewährt hatte, wurde in den letzten Jahren noch ein zweites, grösseres daselbst aufgestellt.

Bekanntlich besteht ein derartiges Fernrohr, wie schon in *dieser Zeitschrift 1884 S. 132* und *1891 S. 17* beschrieben und durch Figuren erläutert ist, aus zwei senkrecht zu einander stehenden Rohren, von denen das eine, das Okular tragende in der Richtung der Weltaxe liegt, während das andere, wenn es um das erstere als Axe gedreht wird, sich in der Aequatorebene bewegt. Im Knie, welches beide Rohre mit einander bilden, ist ein Spiegel befestigt; dieser reflektirt das Licht, welches vom Objektiv am vorderen Ende des in der Aequatorebene beweglichen Rohres kommt, nach dem Okular. Ferner sitzt vor dem Objektiv unter 45° gegen die optische Axe des Rohres geneigt ein um diese Axe beweglicher Spiegel, der das Licht der Sterne ins Objektiv wirft. Bei seiner Drehung kommen der Reihe nach alle über dem Horizont liegenden Sterne des Deklinationskreises, welcher auf dem vorderen, d. h. vom Lichtstrahl zuerst durchlaufenen Rohre senkrecht steht, ins Gesichtsfeld. Der Beobachter bleibt stets in derselben Stellung, welche Sterne er auch seiner Beobachtung unterzieht.

Bei dem neuen, in seinen optischen Theilen von Gebr. Henry, in seinen mechanischen Theilen von Gautier in Paris gefertigten gebrochenen Aequatoreal, dessen Objektivdurchmesser 0,60 *m* und dessen Brennweite 18 *m* beträgt, ist von der früheren Konstruktion namentlich darin abgewichen worden, dass das Objektiv vor den beweglichen Spiegel gesetzt worden ist, dieser letztere also sich jetzt im Innern des Tubus befindet, weil seine Versilberung zu sehr leiden würde, wenn er der freien Luft ausgesetzt wäre. Ferner sind die Vorrichtungen zur Einstellung in Deklination, welche nach dem Obigen durch Drehung des grossen Spiegels geschieht, verbessert worden. Die langen Stangen, welche bei der früheren Anordnung vom Okular aus am Tubus entlang zum Spiegel führten, wurden, weil die Einstellung bei dieser Uebertragung nicht rasch genug erfolgte, beseitigt; bei dem neuen Instrument sitzt in den beiden Rohren je ein konaxialer Zylinder, durch deren Ineinandergreifen der grosse Spiegel bewegt wird.

Der Gang des Uhrwerkes kann durch Verschiebung eines Gewichtes beschleunigt und verlangsamt werden, so dass das Fernrohr in Rektaszension auch der Bewegung des Mondes, der Kometen u. s. w. zu folgen vermag.

Wegen des grossen Gewichtes der einzelnen Theile des Instrumentes erreichen die Biegungen einen ziemlich hohen Betrag. Das Bild eines Sternes wird durch sie unter Umständen 20 bis 25 *mm* aus seiner normalen Lage verschoben.

Für die Güte der Bilder zeigte es sich sehr vortheilhaft, das Objektiv und die Spiegel nicht an einigen wenigen Punkten auf ihrem Lager zu befestigen, sondern sie längs ihres ganzen Umfanges auf einer Flanellunterlage ruhen zu lassen. Besonders wird die Güte der Bilder dadurch von der Lage des Fernrohres unabhängig.

Ferner stellte es sich als nützlich heraus, die Wände des Raumes, in welchem das Instrument steht, schlecht wärmeleitend zu machen, zu welchem Zweck im Innern noch eine Holzbekleidung angebracht, der Zwischenraum zwischen dieser und der äusseren Wand aber mit Seegras ausgefüllt wurde. Der direkten Sonnenstrahlung wurden die Wände ausserdem noch durch eine in der Entfernung von $^1/_2$ *m* aufgespannte Leinwand entzogen.

Abgesehen von dem für Beobachtung mit dem Auge geeigneten Objektiv ist das Fernrohr von den Herren Henry auch mit einem photographischen Objektiv versehen worden. Die in der Fokalebene aufgestellten Platten haben eine Grösse von 18×24 *cm* und zeigen bis zum Rand hin scharfe Bilder. Zur Einstellung in die Fokalebene ist die Platte in der Richtung der Fernrohraxe verschiebbar; ausserdem kann sie auch um dieselbe herumgedreht werden.

Im Gegensatz zu den anderen für photographische Zwecke bestimmten Fernrohren ist das gebrochene Aequatoreal nicht mit einem zur Kontrolirung der Einstellung dienenden Fernrohr versehen. Bei den nur kurze Zeit dauernden Aufnahmen, z. B. des Mondes, kann man sich auf die Güte des Uhrwerkes verlassen, bei Aufnahmen von längerer Dauer muss man sich eines Okulars bedienen, welches entweder im Kreise oder in radialer Richtung verschiebbar auf eine nahe dem Rand liegende Stelle des Bildes eingestellt wird, so dass die Ausdehnung des Bildes keine erhebliche Einbusse erleidet. *Kn.*

Objektivgitter.

Von L. E. Jewell. *Astronomy and Astro-Physics. 13. S. 44. (1894).*

Verfasser schlägt vor, die Objektivprismen durch Gitter vor dem Objektiv zu ersetzen und räth zu folgendem Verfahren für die Anfertigung solch grosser Gitter. Zuerst stellt man sich das Bild eines Spaltes her, am besten vielleicht dadurch, dass man einen auf hellem Hintergrund aufgespannten Draht photographirt. Hierauf wird ebenfalls auf photographischem Wege das Gitter erzeugt, indem man jenes Spaltbild vor dem Apparat fest aufstellt und die Platte zwischen den Einzelaufnahmen mittels einer Schraube stets etwas weiter schiebt. Im Einzelnen würden zur Erreichung eines Erfolges viele Vorsichtsmaassregeln zu beobachten sein. Die Platte, welche zur Aufnahme des Spaltbildes dient, muss möglichst feinkörnig sein, damit die Ränder des Spaltes recht scharf herauskommen.

Am besten wird die Platte etwas unterexponirt und nach der Entwicklung die Bildintensität noch verstärkt. Dass das Spaltbild besonders schmal, ist nicht unbedingt erforderlich, da bei der später geschehenden photographischen Aufnahme des Spaltbildes die Entfernung des letzteren vom Objektiv statt dessen etwas grösser gewählt werden kann. Dagegen ist eine möglichst grosse Längenausdehnung des Spaltbildes erwünscht; sie ist beschränkt durch die Unmöglichkeit, über ein bestimmtes Maass hinaus vollkommen tadellose Platten herzustellen.

Bei der Herstellung des Gitters durch wiederholte Aufnahmen des Spaltes bleiben, wie schon erwähnt, das Objektiv und der Spalt unverändert stehen, während die photographische Platte, ebenso wie es bei Anfertigung der Rowland'schen Gitter geschieht, durch die Schraube einer Theilmaschine weiter bewegt wird. Damit die Expositionszeit für die einzelnen Stücke dieselbe und ihre Entfernung überall die gleiche sei, wird am zweckmässigsten eine automatische Einrichtung für die Oeffnung des Objektivverschlusses und die Drehung der Schraube vorgesehen. Durch Versuche ist die Expositionszeit so zu bestimmen, dass die einzelnen Linien möglichst scharf erscheinen.

Hat man so ein Gitter von möglichst grossen Dimensionen bekommen, so verschafft man sich auf photographischem Wege Kopien entweder von gleicher Grösse oder in verkleinertem Maassstabe. Sind bei dem Originalgitter die Stücke und ihre Zwischenräume von gleicher Breite, so hat man nicht nöthig, vom Negativ erst wieder ein Positiv zu nehmen, da in diesem Falle Negativ und Positiv sich nicht von einander unterscheiden.

Die so hergestellten photographischen Gitter würden bei der Beobachtung vor dem Fernrohr, sei es nun ein Refraktor oder ein Reflektor, anzubringen sein. Verfasser macht aber ferner noch den Vorschlag, das Gitter auf den Metallspiegel eines Reflektors zu photographiren. Zweifellos sei das möglich, wenn man den Spiegel zu einer Daguerreotypplatte mache. Allerdings würde ein Daguerreotypgitter mit der Zeit verbleichen, indess sei andererseits die Mühe, ein neues anzufertigen, keine grosse. Derartige auf einen Hohlspiegel photographirte Gitter würden wahrscheinlich regelmässiger gestaltet sein als die direkt auf einen Hohlspiegel eingravirten Gitter, eine ebenso bedeutende Dispersion wie mit letzteren würde man allerdings bei dem heutigen Stand der Photographie mit ihnen wohl nicht erreichen. *Kn.*

Der Spektroheliograph für den 40-zölligen Refraktor des Yerkes-Observatoriums in Chicago.

Von G. E. Hale. *Astronomy and Astro-Physics. 13. S. 64. (1894.)*

Der Spektroheliograph, ein vom Verfasser erfundenes Instrument, mittels dessen die Sonne in monochromatischem Licht photographirt werden soll, hat bereits in *dieser Zeitschrift* (*S. 320 des laufenden Jahrganges*) seine Besprechung gefunden. Von dem dort besprochenen Typus wurde jedoch bei der Konstruktion des für den 40-zölligen Refraktor der Yerkes-Sternwarte bestimmten Spektroheliographen aus technischen Gründen etwas abgewichen.

Das vom Refraktor entworfene Sonnenbild hat hier einen Durchmesser von 6,5 *Zoll*. Um dieses ganz auf die photographische Platte bringen zu können ohne Lichtverlust am Rande, so dass also kein von dem Sonnenbild ausgehender Strahl abgeblendet würde, müsste das Kollimatorobjektiv, da das Verhältniss der Oeffnung zur Brennweite beim Refraktor gleich 1 : 18 und der Kollimator 3 *Fuss* lang ist, 9 *Zoll* im Durchmesser haben. Zu einem Spektroheliographen von diesen Dimensionen würde man aber kein Gitter oder Prisma sich beschaffen können.

Man musste sich daher darauf beschränken, wenigstens die Sonnenfleckenzone, welche in dem Bild eine Höhe von 4 *Zoll* hat, auf der Platte zu erhalten. Immerhin würde, wenn man den Spektroheliographen fest und die Spalte verschiebbar gemacht hätte, das Gitter noch eine viel zu grosse Ausdehnung oder die statt dessen angewandten Prismen eine viel zu grosse Basis haben bekommen müssen. Daher lässt Verfasser die beiden Spalte unbeweglich und führt durch eine Verschiebung des ganzen Spektroheliographen

den Kollimator desselben über die Brennebene des Refraktors hinweg. Mit Hilfe einiger Prismen vom brechenden Winkel 60° und eines ebenen Spiegels wird der *K*-Linie eine Ablenkung von 180° ertheilt, die Kollimatoraxe und die Axe der Kamera liegen also parallel zu einander. Der Spalt der Kamera bewegt sich demnach bei jener Verschiebung des ganzen Apparates über die photographische Platte, auf welch' letzterer das Bild frei von Verzerrung zu Stande kommt. Damit die Bewegung parallel zum Aequator des Bildes erfolge, ist der zur Führung dienende Rahmen drehbar. Die Länge des Feldes, über welches sich die photographische Aufnahme erstrecken kann, hängt ab von der Länge der führenden Schienen; die Basis der Prismen braucht nicht, wie dies bei der früheren Konstruktion der Fall sein müsste, entsprechend vergrössert zu werden. Bei dem Spektroheliograph des 40-zölligen Refraktors ist die Seite der Basis 4 *Zoll*.

Die dem Calcium angehörige *K*-Linie erweist sich, wie hier noch erwähnt werden möge, deswegen zur photographischen Aufnahme der Sonne als sehr geeignet, weil sie im Spektrum der Protuberanzen und Fackeln stark auftritt und von breiten dunklen Rändern eingeschlossen ist, so dass man den Kollimatorspalt nicht so schmal zu machen braucht, als es bei Benutzung einer anderen Spektrallinie nöthig wäre.

Da zur Aufnahme der auf der Sonnenscheibe befindlichen Fackeln eine kürzere Zeit erforderlich ist als zur Aufnahme der ausserhalb der Sonnenscheibe vorkommenden Protuberanzen, so werden zwei Aufnahmen gemacht für die Herstellung des Gesammtbildes. Bei der Aufnahme der Protuberanzen ist das vom Refraktor entworfene Sonnenbild durch ein kreisförmiges Diaphragma abgeblendet, bei der anderen Aufnahme wird keine Blende benutzt, die Bewegung des Spaltes über das Sonnenbild geschieht aber rascher.

Kn.

Ueber die zur Herstellung von Normalmaassen geeigneten Metalle.

Von Ch. Ed. Guillaume. *Journal de Physique. III. 3. S. 218. 1894.*

Abgesehen von den aus Platin-Iridium hergestellten Prototypen des Meter, deren hoher Preis (von über 10000 Francs) der allgemeineren Verwendung entgegensteht, haben die meisten Maassstähe Mängel gezeigt, deren Beseitigung ohne eine wesentliche Preiserhöhung wünschenswerth ist. Die Mehrzahl der gebräuchlichen Normalmaasse besteht aus einem Messing- oder Bronzestabe, in den zur Aufnahme der Theilung ein Silber- oder Goldstreifen eingelassen ist. Die hauptsächlichsten Mängel bestehen in der Veränderlichkeit mit der Zeit sowie der geringen Härte der Theilfläche und ihrer Angreifbarkeit durch Quecksilber, sowie Chlor- und Schwefeldämpfe. Bezüglich der Veränderlichkeit mit der Zeit liegt die Gefahr darin, dass die eingelegten Streifen ein von ihrem Träger abweichendes unregelmässiges Verhalten zeigen können, weshalb die Herstellung von Normalmaassen aus einem Stücke erstrebenswerth ist.

Zur Auffindung des hierfür geeignetsten Materials, welches bei mässigem Preise leicht erhältlich, genügend fest, hart, unveränderlich, polirfähig, sowie widerstandsfähig gegen Wasser und chemische Agentien ist, untersuchte Verf. im Verein mit Carpentier Nickel, Neusilber (35 *Ni*, 65 *Cu*), 10 prozentige Aluminiumbronze und Phosphorbronze. Mit Rücksicht auf die Forderung der Unveränderlichkeit wurden zinkhaltige Legirungen von der Untersuchung ausgeschlossen, desgleichen Nickeleisen, welches sich in Berührung mit Wasser von 0° bis 40° mit einer dicken, wenn auch oberflächlichen Rostschicht bedeckte. Nichtsdestoweniger hält Verf. letzteres Metall für einen vorzüglichen Ersatz von Stahl.

Die Versuche erstreckten sich auf Bestimmung des Elastizitätskoeffizienten, der Ausdehnung und der durch Erwärmung auf 100° im Dampfbad hervorgebrachten Nachwirkung und Oberflächenveränderung.

Von den untersuchten Materialien erwies sich in metrologischer Beziehung Nickel als das geeignetste. Sein Elastizitätsmodul (21700 kg/mm^2) ist am höchsten. Die Veränderung durch mehrfache Erwärmung auf 100° lag innerhalb der Grenze der Beobach-

tungsfehler; sie betrug 0,3μ, während die Stäbe aus Neusilber und Aluminiumbronze Verkürzungen von 2 bezw. 5μ aufwiesen. Der Stab aus Phosphorbronze zeigte keine Veränderung. Die Oberfläche der Aluminium- und Phosphorbronze wurde durch den Wasserdampf angegriffen, von Nickel und Neusilber nicht. Für direkte Theilungen sind daher die letzteren wohl geeignet, zumal Nickel von Quecksilber nicht, Neusilber erst nach mehrstündigem Verweilen darin angegriffen wird. Da der untersuchte Nickelstab zahlreiche Poren aufwies, so dass er keine hinreichende Theilfläche darbot, wurde derselbe kalt gestreckt. Die Poren des wiederum gehobelten Stabes waren dadurch vermindert, aber nicht beseitigt. Bessere Resultate ergab die Behandlung im warmen Zustande durch Aushämmern eines Drahtes und Verf. hofft, dass es in Zukunft gelingen werde, tadellose Stäbe bis 4 *m* Länge herzustellen, was zur Zeit nicht erreichbar ist, da die Fabrikanten Nickelgüsse bisher nur bis zu 30, höchstens 40 *kg* herstellen. *P.*

Ein neues Schüttelwerk.

Von C. Manll. *Ber. d. d. chem. Ges.* **27.** *S. 1732.* (*1894*).

Das Schüttelwerk ahmt die Bewegung des Schüttelns insofern nach, als es das Gefäss mit dem zu schüttelnden Inhalt in derselben Linie hin- und her bewegt. An einer horizontalen Führungsstange ist leicht verschiebbar die Einspannvorrichtung für die zu schüttelnde Flasche angebracht. Das Schüttelwerk wird angetrieben durch eine Rabe'sche Turbine, deren Bewegung durch eine einfache Exzenterscheibe geradlinig gemacht ist. *Fm.*

Verbesserte Einrichtungen beim Arbeiten mit dem Bolometer.

Von S. P. Langley. *Astronomy and Astro-Physics.* **13.** *S. 41.* (*1894*).

Die Bestimmung der Wellenlängen im infrarothen Theil des Spektrums mittels des Bolometers war seither mit grossem Aufwand von Zeit und Mühe verbunden. Einen bedeutenden Fortschritt hat Langley nun dadurch erreicht, dass er den Apparat automatisch arbeiten lässt. Das Prisma, dessen Absorption untersucht werden soll, oder das Gitter, wenn es sich um die Bestimmung der Absorption durch die Luft handelt, steht auf einem bis auf 5 Sekunden ablesbaren Kreis, der durch eine tangential angreifende, mit einem Uhrwerk in Verbindung stehende Schraube gedreht wird. Durch dasselbe Uhrwerk wird ein Papierstreifen in vertikaler Richtung vor dem Instrument vorbeigeführt, auf welchem sich die Bewegungen der an ihrer Spitze mit einem Spiegelchen von 2 *mm* Durchmesser versehenen Magnetnadel photographisch aufzeichnen. Da das nämliche Uhrwerk die Drehung des Prismas und die Bewegung des Streifens besorgt, so ist der Brechungskoeffizient und die Intensität der einzelnen Absorptionslinien ohne weiteres gegeben durch die Abszisse und Ordinate der photographirten Kurve an den betreffenden Stellen. Bis zur Wellenlänge von 7 μ hat Langley auf diese Weise das Spektrum untersucht. Die Kurven zeigen eine grosse Menge Detail, welches selbst dem aufmerksamsten Beobachter bei direkter Beobachtung gewiss entgangen wäre.

Auf ebenfalls automatischem, nicht näher angegebenem Wege will Langley aus der photographischen Kurve ein Linienspektrum herstellen, da wir in dieser Form die Spektren zu sehen gewohnt sind. Indem endlich wiederum durch ein automatisches Verfahren diese verschiedenen Spektren auf einander gelagert werden, soll ein Spektrum hervorgebracht werden, welches frei ist von den zufälligen störenden Einflüssen, denen die einzelnen Spektren unterworfen sind.

Binnen Jahresfrist gedenkt Langley seine Arbeiten zu veröffentlichen. *Kn.*

Neu erschienene Bücher.

Die Prinzipien der Mechanik im neuen Zusammenhange dargestellt. Herausgegeben von Ph. Lenard. Mit einem Vorwort von H. v. Helmholtz. Gesammelte Werke von Heinrich Hertz. Band III. Leipzig. J. A. Barth. M. 9.—, geb. M. 10,15.

Die „Prinzipien der Mechanik“ sind das Werk der letzten Lebensjahre von Heinrich Hertz. Kurz vor seinem Tode übergab er den grösseren Theil des Manuskripts der Verlagsbuchhandlung; es war ihm nicht vergönnt, den Druck zu erleben.

Dieser letzten Arbeit hat Helmholtz noch ein Vorwort mit auf den Weg gegeben. In ihm kommt das wehmüthige Empfinden zum Ausdruck, dass in Hertz derjenige seiner Schüler, der am tiefsten in den Kreis seiner wissenschaftlichen Gedanken sich eingelebt hatte, und auf den er die sicherste Hoffnung für ihre Weiterentwicklung gesetzt hatte, vor ihm in das Grab sinken musste.

In der Einleitung bespricht Hertz zunächst die Theorien, auf welche die Mechanik sich stützen kann, und entwickelt sodann die Gründe, die ihn veranlassen, zu den ältesten theoretischen Anschauungen zurückzukehren. Als Ausgangspunkt wählt er die Vorstellung, dass alle mechanischen Prozesse so vor sich gehen, als ob die Verbindungen zwischen den aufeinander wirkenden Theilen feste wären. Unabhängige Grundbegriffe sind ihm Zeit, Raum und Masse; die Kraft tritt nur als eine mathematische Hilfskonstruktion auf. Um aber die Existenz von Kräften zwischen Körpern, die nicht in unmittelbarer Berührung sich befinden, zu erklären, muss Hertz die Hypothese machen, dass es möglich sei, den sichtbaren Massen andere, denselben Gesetzen gehorchende, nicht wahrnehmbare (verborgene) Massen hinzuzufügen.

Der erste Theil der Prinzipien der Mechanik beschäftigt sich mit der Geometrie und Kinematik der materiellen Systeme. Nach der Definition der Grundbegriffe werden die Verrückungen, die endlichen und die unendlich kleinen, der materiellen Punkte und Systeme dargestellt; es werden dann die möglichen oder virtuellen und unmöglichen Systemverrückungen erläutert. Ein materielles System, zwischen dessen möglichen Lagen alle denkbaren stetigen Uebergänge auch zugleich mögliche Uebergänge sind, nennt Hertz ein holonomes System. Es folgt nun eine Darstellung der ausgezeichneten Systembahnen, der geradesten (ein Bahnelement heisst gerader als ein anderes, wenn es eine geringere Krümmung hat), der kürzesten und geodätischen Bahnen. In holonomen Systemen sind geradeste und geodätische Bahnen identisch. Nachdem noch ein Abschnitt den geradesten Bahnen in holonomen Systemen gewidmet ist, wendet sich das Schlusskapitel des ersten Buches zur reinen Bewegungslehre, der Kinematik.

Während die Ueberlegungen des ersten Theiles allein auf den Gesetzen unserer Anschauung und unseres Denkens beruhen, sollen sich im zweiten Theile, der Mechanik der materiellen Systeme, die Beziehungen zwischen Zeit, Raum und Masse auch auf die Erfahrung stützen. Diese aber wird einzig und allein zusammengefasst in das Grundgesetz: „Jedes freie System beharrt in seinem Zustande der Ruhe oder der gleichförmigen Bewegung in einer geradesten Bahn.“ Nach Bemerkungen zum Grundgesetz behandeln die folgenden Abschnitte des zweiten Buches: Die Bewegung freier und unfreier Systeme und ihre analytische Darstellung durch Differentialgleichungen, die Systeme mit verborgenen Massen und die Unstetigkeiten der Bewegung.

Zu einer ersten Einführung ist dies Lehrbuch, wie Hertz selbst im Vorwort bemerkt, nicht wohl geeignet; demjenigen aber, der die Mechanik schon aus der gewöhnlichen Darstellung kennt, und in sie auf Grund philosophischer Entwicklung tiefer eindringen will, wird es ein guter Führer sein.

Die Drucklegung ist von dem Herausgeber, Prof. Lenard, auf das sorgfältigste überwacht. *Kr.*

Chemiker-Kalender für 1895. Von Dr. R. Biedermann. XVI. Jahrgang. Verlag von Jul. Springer. Berlin. Mit einer (Tabellen enthaltenden) Beilage. M. 3,— bezw. M. 3,50.

Der vorliegende Kalender, der als bewährtes Hilfsbuch zum Gebrauche bei der Arbeit in Laboratorium und Betrieb sich allgemeiner Beliebtheit erfreut, hat auch im neuen Jahrgang den Fortschritten Rechnung getragen, und seine reichhaltigen Tabellen ergänzt und durch Aufnahme neuer vermehrt. *Fm.*

Der kleinere Gewerbetreibende und das Handelsgesetzbuch. Von H. Tormleg. Zittau. Pohl'sche Buchhandlung. Preis M. 0,60.

Das Schriftchen behandelt die Pflichten, welche den Gewerbetreibenden gesetzlich obliegen, sobald sie Kaufleute im Sinne des Gesetzes sind, und dürfte daher für manchen Mechaniker von Wichtigkeit sein.

A. Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphysik. Erster Band. Allgemeine Physik und Akustik. 5. Aufl. 1000 S. mit 321 Figuren. Leipzig. B. G. Teubner.

J. Mayrhofer, Instrumente und Apparate zur Nahrungsmittel-Untersuchung. Leipzig. J. A. Barth. M. 6,—.

A. Parnicke, Die maschinellen Einrichtungen der chemischen Technik. Frankfurt a. M. H. Bechhold.

R. Henke, Ueber die Methode der kleinsten Quadrate. 77 S. Leipzig. B. G. Teubner.

H. W. Vogel, Handbuch der Photographie. Zweiter Theil. Das Licht im Dienste der Photographie. Berlin. R. Oppenheim.

H. Poincaré, Mathematische Theorie des Lichts. Deutsche Ausgabe von E. Gumlich und W. Jaeger. Berlin. Julius Springer. M. 10,—.

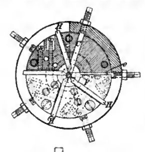
Fahrenheit, Réaumur und **Celsius,** Abhandlungen über Thermometrie. (1724, 1730—33, 1742.) Herausgegeben von A. J. v. Oettingen. Leipzig. M. 2,40.

Vereins- und Personennachrichten.

50-jähriges Geschäftsjubiläum der Firma **A. Krüss** in Hamburg. — Am 11. November hat die wohlbekannte optische Firma A. Krüss in Hamburg das seltene Fest des 50-jährigen Geschäftsjubiläums gefeiert. Wir verfehlen nicht, der um die Entwicklung der Optik und Mechanik vielfach verdienten Firma unsere herzlichsten Glückwünsche auszusprechen. Eine historische Uebersicht über die Leistungen der Firma seit ihrem Bestehen findet der Leser an der Spitze dieses Heftes. Es ist daraus zu ersehen, dass die Firma A. Krüss eine derjenigen deutschen Mechanikerfirmen ist, welche den technischen Fortschritt von jeher in innigem Zusammenarbeiten mit der Wissenschaft gesucht und gefunden hat. Die Anerkennung hierfür ist nicht ausgeblieben; so wurde der jetzige Inhaber, Herr Dr. H. Krüss im Jahre 1882 als Mitglied der Prüfungskommission der Elektrizitätsausstellung in München berufen, um dort die photometrischen Arbeiten einzurichten und zu leiten; bei Gelegenheit dieser Ausstellung wurden zum ersten Male nicht Medaillen und Preise vertheilt, sondern Zeugnisse über die Leistungen der ausgestellten Apparate und Maschinen, ein Verfahren, durch welches der betheiligten Industrie wie auch der Oeffentlichkeit bessere Dienste geleistet werden als durch die sonst übliche Preisvertheilung. Seit dem Jahre 1887 ist Dr. Hugo Krüss Mitglied der Lichtmesskommission des Deutschen Gasfachmännervereins, und sowohl in dem Jahre 1876 wie letzthin 1893 wurde er von der Direktion der Deutschen Seewarte in eine Kommission zur Prüfung von Schiffspositionslaternen berufen, welche die Aufgabe hatte, Normen über die Konstruktion und die Helligkeit solcher Laternen aufzustellen. Welche Verdienste sich Dr. Krüss als Nachfolger Loewenherz's in der Leitung der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik schon erworben hat und hoffentlich noch erwerben wird, ist unseren Lesern bekannt. Möge der Firma und ihrem Inhaber in der Zukunft noch recht viel Erfolg erwachsen.

Patentschau.

Fräskopf zum Blank- und Fertigdrehen von Rundstäben. Von B. Dreyer in Plettenberg i. W. Vom 22. Oktober 1892. No. 69742. Kl. 49.



Der Fräskopf zum sofortigen Blank- und Fertigdrehen von Rundstäben, Bolzen, Axen, Wellen u. dergl. auf Maass enthält eine ungerade Anzahl auf einer Scheibe radial eingesetzter und genau verstellbarer Kaliberstähe *C*. Hinter denselben sind auf der Scheibe in gleicher Zahl und Anordnung Frässtähle *H* angeordnet, welche zwischen auf die Scheiben aufgeschraubten Sektordeckeln *F* eingeklemmt sind. Letztere halten die Kaliberstähle in axialer Richtung am Ort.

Schutzbrille mit Wischer. Von H. Saft in Gleiwitz. Vom 26. Oktober 1892. No. 69768. Kl. 42.

An der unteren Hälfte der Brille ist drehbar ein Wischer befestigt, der auf einem an der Fassung angebrachten Häkchen ruht und der Krümmung der Brille entsprechend gebogen ist. Der Drehpunkt des Wischers befindet sich an der Aussenseite der Fassung. Der Wischer selbst besteht aus einer Hülse, die auf der Seite, mit der sie auf der Brille schleift, offen ist. In diese Hülse wird ein mit einem Reinigungsstoff umsponnener Eisendraht eingeschoben. Diese Einlage kann, wenn sie abgenutzt ist, erneuert werden.

Durch den Wischer soll der Arbeiter in den Stand gesetzt werden, Verunreinigungen von Staub, Oel u. s. w., die während der Arbeit an die Vorderseite der Brille heranfliegen, bequem zu entfernen.

Mikrophon mit auf der Schallplatte aufliegenden Kohlenwalzen. Von A. Gröper in Düsseldorf. Vom 2. November 1892. No. 69907. Kl. 21.

Bei diesem Mikrophon besitzen die Kohlenwalzen einen Halbmesser, der grösser ist als die Entfernung zwischen der Schallplatte und der Axe der Zapfenlöcher in den auf der Schallplatte befestigten Kohlenbalken, so dass die Walzen, gegen die Schallplatten sich stützend, in ihren Lagern aufgehoben und mit ihren Zapfen gegen die Wandung der Zapfenlöcher gepresst werden.

Eine besondere Bremsung und Regelung wird somit entbehrlich.

Verfahren und Vorrichtung zum Fassen von Diamanten. Von Th. Lange in Brieg, Reg.-Bez. Breslau. Vom 11. August 1891. No. 69962. Kl. 49.

Das Verfahren zum Fassen von Diamanten in Stahl besteht darin, dass man nach dem Einpassen des Diamanten in ein vorbereitetes Bett denselben mittels einer Vorrichtung aus dem Bett herausbebt, welche den Stein wieder in die ursprüngliche Lage, in das Bett, zurückzubringen gestattet. Hierauf wird in das Bett aus Gussstahl Metalllegirung oder Email eingebracht und geschmolzen, und schliesslich wird der Diamant in die geschmolzene Masse eingedrückt.

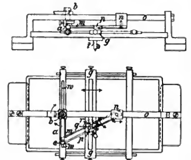
Isolatorglocke mit dreifachem Mantel. Von F. Meyor in München. Vom 12. Januar 1892. No. 69584. Kl. 21.

Eine hohe Isolirfähigkeit wird bei dieser Isolatorglocke dadurch erreicht, dass zwischen dem Kopf und dem zweiten Mantel noch ein dritter angeordnet wird, wodurch der Weg für eine Ableitung vom Leitungsdraht nach der Erde verlängert und ein trockener, leicht zu reinigender Zwischenraum geschaffen wird.

Verfahren zum Erhitzen von Metallen. Von J. H. Brown & M. Mc. Barron in Boston, V. St. A. Vom 9. Februar 1892. No. 70291. Kl. 49.

Das Verfahren zum Erhitzen von Metallen behufs späterer Härtung besteht darin, dass dieselben längere Zeit in einem geschmolzenen Bade von Kaliumnitrit belassen werden, unter zeitweiligem Ersatz des verbrauchten Nitrits.

Ellipsenzirkel. Von W. Lehner in Wendelstein b. Nürnberg. Vom 21. August 1892. No. 69899. Kl. 42.



Der in einem verschiebbaren Schlitten g gerade geführte Schreibstift t wird durch den zylindrischen Ansatz p eines Klotzes q bewegt, der einstellbar auf einer Schiene m angeordnet ist. Das eine Ende dieser Schiene wird durch den Zapfen e einer Kurbel a mit verstellbarer Armlänge im Kreise geführt und das andere in einer zur Führung des Schreibstiftes rechtwinkligen Geraden, zu welchem Zweck der Stift gelenkig mit dem auf der Schiene o beweglichen Schieber n verbunden ist.

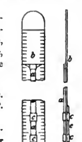
Um eine Ellipse zu zeichnen, ist die Kurbelwelle b in Drehung zu versetzen, wobei der Kurbelzapfen e zugleich die Schiene m und, in den Schlitz w eingreifend, den Schlitten g bewegt.

Der eben beschriebene Ellipsenzirkel beruht darauf, dass Ellipsen mit den Halbaxen a und b entstehen, wenn man die Ordinaten der Punkte eines Kreises vom Radius a im Verhältniss a/b verkürzt, während man die Abszissen belässt oder sämmtlich um die nämliche Konstante ändert. Nun ist aber die Abszisse des Mittelpunktes von r von der des Mittelpunktes des den Kreis vom Radius a beschreibenden Zapfens e stets um die konstante Entfernung der beiden Längsschlitze der Stücke f und g verschieden, während die Ordinaten beider Punkte, wie sich leicht darlegen lässt, durch den zylindrischen Ansatz p stets im Verhältniss a/b erhalten werden.

Elektrische Bogenlampe von geringer Höhenausdehnung. Von F. Feldhaus in Köln a. Rh. Vom 9. November 1892. No. 69908. Kl. 21.

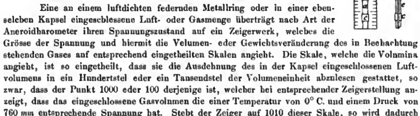
Eine möglichst geringe Höhenausdehnung wird bei dieser Bogenlampe dadurch erreicht, dass das Uhrwerk seitlich von der oberen Kohle gelagert ist. Die Führungshülse R des oberen Kohlenhalters H ist innerhalb und die des unteren G ist ausserhalb der Gleitstangen S in der Weise angeordnet, dass sie letztere nur halb umfassen und daher aufeinander vorbeigeschoben werden können. Hierbei kann die Führungshülse des oberen Kohlenhalters durch eine entsprechende Oeffnung des unteren hindurchtreten.

Tiefenmessinstrument. Von F. J. Stahmer in Hamburg. Vom 14. Oktober 1892. No. 69902. Kl. 42.



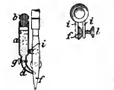
Dieses mit Vermeidung von Schrauben und besonderen Federn hergestellte Tiefenmessinstrument besteht aus einer halbrunden oder anders geformten, aber mit wenigstens einer flachen Seite versehenen Gleitstange a, welche von dem Maassstab b durch die geschlossenen Ringe c und den Keil e, oder im Falle doppelseitiger Führung mittels aufgeschlitzter federnder Ringe geführt wird.

Apparat zur unmittelbaren Angabe des Gewichtes und der Volumina von Gasen. Firma Friedr. Krupp in Essen a. d. R. Vom 7. Dezember 1892. No. 69913. Kl. 42.



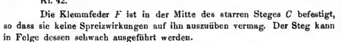
Eine an einem luftdichten federnden Metallring oder in einer ebensolchen Kapsel eingeschlossene Luft- oder Gasmenge überträgt nach Art der Aneroidbarometer ihren Spannungszustand auf ein Zeigerwerk, welches die Grösse der Spannung und hiermit die Volumen- oder Gewichtsveränderung des in Beobachtung stehenden Gases auf entsprechend eingetheilten Skalen angiebt. Die Skale, welche die Volumina angiebt, ist so eingetheilt, dass sie die Ausdehnung des in der Kapsel eingeschlossenen Luftvolumens in ein Hundertstel oder ein Tausendstel der Volumeneinheit abzulesen gestattet, so zwar, dass der Punkt 1000 oder 100 derjenige ist, welcher bei entsprechender Zeigerstellung anzeigt, dass das eingeschlossene Gasvolumen die einer Temperatur von 0° C. und einem Druck von 760 *mm* entsprechende Spannung hat. Steht der Zeiger auf 1010 dieser Skale, so wird dadurch angezeigt, dass das eingeschlossene Gasvolumen eine Spannung von zehn Tausendstel mehr hat

als das Normalvolumen und dass somit das Volumen des zur Beobachtung stehenden Gases um zehn Tausendstel grösser ist als das Normalvolumen.



Tuschezuführung an Ziehfedern. Von H. Höltzel in Esslingen, Württemberg. Vom 24. Dezember 1892. No. 69916. Kl. 42.

Die Tuschezuführung besteht aus einem Tuschbehälter, welcher vermittels Lappen i und Klemmschraube l an den Ziehfederschenkeln befestigt wird, am oberen Ende durch Verschraubung b geschlossen ist und seitlich ein Röhrchen d besitzt, dessen Mündung zwischen die Schenkel f der Ziehfeder hineinragt. Der Zufluss kann vermittels eines gewöhnlichen Hahnes g oder eines Schraubenzahnes geregelt werden.

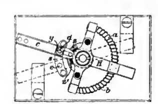


Kneifer. Von B. E. Gregory in Brooklyn. Vom 17. Februar 1892. No. 69921. Kl. 42.

Die Klemmfeder F ist in der Mitte des starren Steges C befestigt, so dass sie keine Spreizwirkungen auf ihn auszuüben vermag. Der Steg kann in Folge dessen schwach ausgeführt werden.

Augenblicksausschalter. Von Willing & Violet in Berlin. Vom 21. Dezember 1892. No. 69956. Kl. 21.

Bei diesem Ausschalter erfolgt die Auslösung des Schalthebels H, dessen Drehkraft von den beiden Federn ab abhängig ist, in der Weise, dass die Blattfeder c mit Stift y aus dem jeweiligen Loch d oder e des Kreisringstückes s durch Zahn z oder z^1 herausgehoben und dadurch der Schalthebel H in Verbindung mit Blattfeder c frei wird, so dass eine entsprechende gespannte Feder a oder b ihre Drehwirkung auf den Hebel H plötzlich ausüben kann.

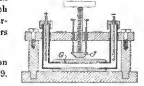


Modell für den Unterricht in der Dioptrik des menschlichen Auges. Von E. Vitali in Bari, Italien. Vom 8. September 1892. No. 70008. Kl. 42.

Ausser dem Hinterkörper, welcher die an Stelle der Netzhaut angeordnete matte Glasscheibe trägt, ist auch die vorn befindliche Linse in der Richtung der Axe des Auges verschiebbar, um die Anpassung (Einstellung) des Auges durch Aenderung der Brennweite der Krystalllinse und andere normale und pathologische Vorgänge und Zustände richtiger als durch Verschiebung des Hinterkörpers wiedergeben zu können. Eine elastische Schnur wickelt sich bei der Verschiebung der Linse auf einen Trieb, um die Schwäche des Anpassungsmuskels darstellen zu können. Die Regenbogenhaut kann in ihrer Oeffnung verstellt werden, indem sie aus Bogenstücken besteht, deren eine Enden an einem festen Ring gelenkig befestigt und deren andere Enden in Schlitzen eines zweiten behufs der Einstellung drehbaren Ringes geführt werden.

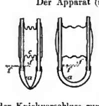
Flüssigkeitsrheostat. Von G. Hirschmann in Berlin. Vom 22. Dezember 1892. No. 70025. Kl. 21.

Dieser Flüssigkeitsrheostat ist durch ein elastisches Ventil gekennzeichnet (Gummirohr G und Pressschraube J), das durch geringeren oder völligen Verschluss die zur Aenderung des Widerstandes erforderliche Querschnittsänderung des flüssigen Leiters ermöglicht.



Apparat zum Messen der Stärke und Dauer von Luftströmen. Von B. Ruske in Görlitz. Vom 27. November 1892. No. 69879. Kl. 42.

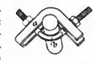
Der Apparat (sogen. Lungenprüfer) zum Messen der Stärke und Dauer von Luftströmen ist gekennzeichnet durch den Knickverschluss eines winkelig zu zwei Schenkeln umgebogenen Schlauches a, der in die den Luftstrom zu einem Manometer führende Rohrleitung eingeschaltet ist und dessen durch eine Sperrung f gegen einander gehaltenen Schenkel so lange den Knickverschluss im Scheitel bilden, bis diese Sperrung etwa durch eine Geldmünze aufgehoben wird. Ein in die Rohrleitung eingeführter Luftstrom dehnt einen elastischen Körper c aus, durch dessen Ausdehnung die Schlauchschenkel von einander bewegt werden und somit der Knickverschluss zum Durchlass des Luftstromes nach dem Manometer geöffnet wird.



Einrichtung zur Verhütung falscher Angaben bei elektrischen Messgeräthen. Von L. Fromm und J. Bedky in München. Vom 10. Februar 1892. No. 70183. Kl. 21.

Die Einrichtung besteht darin, dass man an der Rückseite des Schutzglases von Messgeräthen ein feines weitmaschiges Metalldrahtnetz anbringt, das zur Erde abgeleitet wird. Hierdurch wird die etwaige statische Elektrizität nach der Erde abgeleitet.

Drehherz. Von B. K. Esmarch in Selly-Oak, England. Vom 11. Februar 1893. No. 70501. Kl. 47.

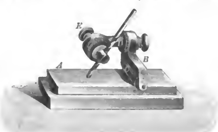


Das Drehherz besteht aus einem gebogenen, gegabelten oder geschlitzten Theil *a* und einem ebenfalls gebogenen, an beiden Enden mit Schraubengewinden und Muttern versehenen Theil *b*. Beide Theile in einander gesteckt, halten einen zwischen sie gebrachten Gegenstand fest. Dadurch lässt sich die Zwinge in einfacher und handlicher Weise zu allen Zwecken verwenden, für welche die sogenannten Drehherze in der mechanischen Technik bestimmt sind.

Für die Werkstatt.

Schleifvorrichtung für Werkzeuge. *Bayr. Industrie- und Gewerbebl.* ***26.*** *S. 559. (1894)* nach *American Machinist.*

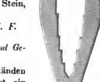
Beim Schleifen von Werkzeugen (Grabstichel, Bohrer, Drehstichel) legt man ein grosses Gewicht auf Korrektheit der angeschliffenen Flächen; häufig werden diese beim Abziehen der Werkzeuge auf dem Oelstein durch ungeübte Arbeiter wieder verdorben. An der angegebenen Stelle ist eine kleine Einrichtung beschrieben, welche Fehler der angedeuteten Art vermeidet, indem sie den zu schleifenden Sticheln mittels Einspannvorrichtungen, die beliebig verstellt werden können, die erwünschte Lage ertheilt und während des Schleifens erhält.



In der Figur stellt *A* den Oelstein dar, *B* ist ein Bügel, in welchem unten eine Rolle *C* sitzt, deren Breite den Oelstein noch überragt. An dem oberen Auge des Bügels ist drehbar eine Säule *D* eingesetzt, deren Drehung zu einer Nullmarke an einer Theilung abgelesen werden kann. Am anderen Ende der Säule ist parallel zur Rolle *C* ein Zylinder *E* drehbar und nach einer Theilung einstellbar eingesetzt, welcher an dem in der Figur vorn liegenden Ende rechtwinklig durchbohrt ist und das zu schleifende Werkzeug trägt; dies lässt sich mittels einer Mutter von hinten her festziehen.

Mittels der beschriebenen beiden rechtwinklig zu einander liegenden Drehungen bei *D* und *E* kann man dem Werkzeug jede beliebige Stellung zum Oelstein geben. Man führt dann die Einrichtung so über den Stein, dass gleichzeitig sich die Rolle *C* abrollt und das Werkzeug aufliegt.

K. F.





Kombinirter Schraubenzieher und Schraubenschlüssel. *Bayr. Industrie- und Gewerbebl.* ***26.*** *S. 559 (1894)* nach *The Iron Age.*

Die beistehende Figur zeigt ein Werkzeug, das unter Umständen auch für den Mechaniker von Nutzen ist. An der einen Seite ist ein Schraubenzieher angefeilt, während in dem Handgriff fünf verschiedene Anfeilungen angebracht sind, die zum Anziehen von Muttern verschiedener Grösse Verwendung finden. Das Werkzeug ist ausserdem sehr billig und leicht herstellbar.

K. F.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Namen- und Sach-Register.

Buchdruckerei Otto Lange, Berlin C.

ZEITSCHRIFT

FÜR

INSTRUMENTENKUNDE.

Organ

für

Mittheilungen aus dem gesammten Gebiete der wissenschaftlichen Technik.

Herausgegeben

unter Mitwirkung

der zweiten (technischen) Abtheilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt

von

E. Abbe in Jena, **Fr. Arzberger** in Wien, **W. Foerster** in Berlin, **R. Fuess** in Berlin, **H. Haensch** in Berlin, **R. Helmert** in Potsdam, **W. Jordan** in Hannover, **H. Kronecker** in Bern, **H. Krüss** in Hamburg, **H. Landolt** in Berlin, **V. v. Lang** in Wien, **S. v. Merz** in München, **G. Neumayer** in Hamburg, **J. A. Repsold** in Hamburg, **A. Rueprecht** in Wien, **F. Tietjen** in Berlin.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

Vierzehnter Jahrgang.

1894.

12. Heft: December.

Inhalt:

Berlin.

Verlag von Julius Springer,

1894.

Mailand. *Ulrico Hoepli.*

New York. *B. Westermann & Co.*

Die „Zeitschrift für Instrumentenkunde"

erscheint in monatlichen Heften von etwa 5 Quartbogen. — 12 Hefte bilden einen Jahrgang. — Preis des Jahrgangs M. 20,—.

Abonnements nehmen entgegen alle Buchhandlungen und Postanstalten des In- und Auslandes, sowie auch die Verlagshandlung Julius Springer in Berlin N., Monbijouplatz 3.

Redaktionelle Anfragen und Mittheilungen wolle man an den Redakteur, Prof. Dr. A. Westphal, Berlin W. 50, Joachimsthaler Str. 35, (Telephon: Amt VI, No. 3681) richten.

nimmt Inserate gewerblichen und literarischen Inhaltes, Stellengesuche und -Angebote etc. auf und sichert denselben die weiteste und zweckmässigste Verbreitung.

	Bei 1	3	6	12 mal. Insertion
kostet die einmal gespalt. Petitzeile	50	45	40	30 Pf.

Inserate werden von der Verlagshandlung sowie von den Annoncenexpeditionen angenommen.

Beilagen werden nach einer mit der Verlagshandlung zu treffenden Vereinbarung zugefügt.

Patentliste.

A. Inländische Anmeldungen im Monat November 1894.

Kl. 21. Elektr. Apparate.

H. 14968. Anordnung der Eisenkerne für elektrische Messinstrumente. (Zus. z. Pat. No. 36911). Von **Hartmann & Braun** in Bockenheim-Frankfurt a. M. Vom 16. 7. 94.

V. 2182. Feststellvorrichtung für Messgeräthe zur bequemen Skalenablesung. Von **John von Vleck** in New-York und **Edward Weston** in Newark, New-Jersey V. St. A. Vom 30. 4. 94.

Kl. 42. Wissenschaftl. Instrumente.

M. 10330. Gelenk und Anklemmvorrichtung für Einsatzzirkel. **C. W. Motz & Co.** in Berlin. Vom 9. 12. 93.

L. 9029. Wärmeregler. Von **F. u. M. Lautenschläger** in Berlin. Vom 8. 8. 94.

V. 2277. Beleuchtungsvorrichtung für Mikroskope. Von **R. Volk** in Ratzeburg. Vom 8. 10. 94.

W. 10217. Ellipsenzirkel. Von **August Wickel** in Barmen. Vom 23. 7. 94.

B. 16259. Selbthätige Quecksilberluftpumpe. Von **H. Boas** in Berlin. Vom 13. 6. 94.

Kl. 83. Uhren.

R. 9012. Pendelhemmung mit theilweise freier, theilweise mit Ruhe oder Rückfall verbundener Pendelschwingung. Von **Feodor William Rüffert** in Döbeln i. S. Vom 13. 10. 94.

B. Inländische Ertheilungen im Monat November 1894.

Kl. 42. Wissenschaftl. Instrumente.

No. 78693. Apparat zur beliebigen, während der Rotation ausführbaren Verstellung der Sektoren rotirender Farbenscheiben. Von **E. Zimmermann** in Leipzig. Vom 1. 3. 94.

No. 78714. Planimeter. Von **Mönkemöller** in Arnsberg. Vom 28. 9. 94.

No. 78884. Reissfeder mit Vorrichtung zum Stricheln und Punktiren. Von **B. Haug** in Philadelphia. Vom 2. 5. 94.

No. 78947. Thermometer für thierärztliche Zwecke. Von **C. Haase** in Kemberg. Vom 6. 5. 94.

No. 78959. Stahlmessbandschoner. Von **E. Töpfer** in Chemnitz. Vom 28. 3. 94.

Druck von Otto Lange in Berlin C.




3 9015 03551 2774
UNIVERSITY OF MICHIGAN

